



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

Evaluación del comportamiento poblacional de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (Ciclo 2007-2008).

AUTORES:

Br. JOSELIN YECENIA URBINA BARRERA.

Br. GLORIA MARCELA MATUS DIAZ.

ASESOR:

M.Sc. ISABEL CRISTINA HERRERA SIRIAS

MANAGUA, NICARAGUA

Marzo, 2009



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL.

TRABAJO DE DIPLOMA.

Evaluación del comportamiento poblacional de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (Ciclo 2007-2008).

AUTOR:

Br. JOSELIN YECENIA URBINA BARRERA.
Br. GLORIA MARCELA MATUS DIAZ.

ASESOR:

MSc. ISABEL CRISTINA HERRERA SIRIAS

Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador como requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrónomo Generalista.

MANAGUA, NICARAGUA
Marzo, 2009

DEDICATORIA

A Dios, Padre, Hijo y Espíritu Santo por haberme dado las fuerzas y caminado a mi lado en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis padres Ernesto Urbina Cardoza y Elizabeth Barrera Torrez por haberme dado la Vida y cuidado con tanto amor y por su esfuerzo y apoyo para que pudiera culminar mi carrera universitaria.

A mi hermana Hazzel Urbina Barrera por sus consejos y apoyo desde que era una niña.
A mis sobrinos Aldruich Ernesto y Enmanuel Armando Martinez Urbina por que son como un sol que me ilumina.

A mi tía Jessenia Barrera Torrez por ser un ejemplo de superación y por su ayuda para realizar mi trabajo de tesis.

A mis amigas Gloria Matus Díaz, Teresa Cruz González, Claudia Perla, Sandra Flores, Janina Salgado, Doribel Chavarria por ser las mejores amigas del mundo y por haber prestado su hombro cuando más lo necesite.

Joselin Urbina Barrera.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a un Ser que me ha dado la energía para combatir la pereza y levantarme feliz. Quien me ha dado la fuerza y la certeza para cumplir mi trabajo. Sentido del humor para ver la vida con alegría y optimismo, que no hay problema sin solución, por que me ha demostrado que por hondo que sea el abismo donde he creído encontrarme, es ahí donde mejor he escuchado su voz. Me ha dado la gracia de poder convivir, respetar y admirar las virtudes de las personas con las que mi punto de vista no siempre coincide. Y que a lo largo de estos cinco años y toda mi vida, ha de cuidar mis sueños, es por eso que siempre te demostraré mi amor.

Por eso no me canso de agradecerte el que hayas abierto mis ojos y guiarme en las situaciones que se me presentaron. Gracias por haberme abierto los oídos para escuchar claramente tus mensajes y consejos a pesar del ruido que hay a mi alrededor y sobre todo, por haberme dado una nueva oportunidad de vida... porque gracias a Ti, nací de nuevo! A tí, mi Señor, merecedor de toda Gloria y toda Honra, dedico no solo mi trabajo, sino mi vida entera. Gracias Dios por permitirme sonreír, soñar, llorar, amar, compartir, vivir.

“Por que el temor a Jehová es el principio de la sabiduría, y el conocimiento del Santísimo es la inteligencia” (Prov 9, 10)

Así mismo dedico este trabajo a mi padre Guillermo Matus Jaime, que gracias a su esfuerzo, dedicación y amor ha hecho lo mejor para mi, con el fin de culminar una etapa mas en mi vida.

A mi madre Gloria Díaz Arguello por ser un ejemplo de mujer, por luchar por sus hijos, cuidarnos y estar a nuestro lado siempre, por sus consejos y motivaciones.

A mis hermanos Guillermo Xavier; Adolfo Benjamín; Josué Abraham y Marcelo André Matus Díaz por ser parte de mi vida.

De igual manera a un hombre que ha estado conmigo en diferentes momentos de mi vida; a mi amigo, consejero, compañero y esposo Alfonso Enrique Mejía Silva.

A mis abuelos Prudencio Matus y Mireya de Matus por sus cuidados, consejos y amor demostrado.

Por último y sin menor importancia a mis futuros hijos, por los cuales doy todo mi esfuerzo por ser mejor persona y alcanzar mis metas, para poder darle lo mejor (Los amo, aun sin tenerlos).

Gloria Matus Díaz.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por demostrarnos que cuando hace un camino, es real y poderoso, da significado y sus resultados perduran.

Expresamos nuestro agradecimiento a todas aquellas personas que de una forma u otra han contribuido a que lo que una vez fue un sueño, hoy es una realidad, por que sin ustedes, esto no hubiese sido lo que es...un verdadero éxito.

En especial a la Ingeniera M.Sc. Isabel Herrera Sirias, por su disposición y apoyo en cada momento de la tesis.

Al Jardín Botánico (UNICAFE), Centro Experimental Campos Azules (CECA) Universidad Nacional Agraria (UNA) y al Ing. Alejandro Ponce.

De igual manera al programa PhD UNA- Suecia por haber financiado este trabajo de tesis.

Así mismo a Elvin Navarrete, Ledís Navarrete, Karla Loasiga, por su valiosa ayuda en la obtención de muestras y por los momentos de alegría que compartimos.

Y a ti, querido lector por sacar de tu tiempo para leer esta tesis que con mucho amor y sacrificio se ha llevado a cabo.

***Gloria Matus Díaz.
Joselin Urbina Barrera.***

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE GENERAL	iv
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	4
III. HIPOTESIS.....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.	5
4.1. Generalidades del cultivo del café.	5
4.2. Principales plagas y enfermedades del café.	5
4.3. Sistemas de Manejo de Cafetales en Nicaragua.....	6
4.3.1. Sistema Tecnificado.	6
4.3.2. Sistema Tradicional.	7
4.3.3. Sistemas de Producción Orgánica	8
4.4. Nematodos fitoparásitos del café.	9
4.5. Daños Causados por Nemátodos Fitoparásitos	10
4.6. Principales Géneros de Nematodos Fitoparasitos.....	12
4.6.1. <i>Meloidogyne sp</i> (Nematodo Nodulador);.....	12
4.6.2. <i>Pratylenchus sp</i> (Nemátodo Lesionador);.....	13
V. MATERIALES Y METODOS	14
5.1. Localización del experimento	14
5.2. Descripción del área experimental.	14
5.2.1. Jardín Botánico: Níspero y Mamón.....	14
5.2.2. Campos Azules (CECA)	14
5.3. Diseño Experimental.....	14
5.4. Tratamientos evaluados.....	15
5.5. Descripción de la parcela de estudio	15
5.6. Muestreo de Nematodos Fitoparásitos	15
5.7. Variables Evaluadas.....	16

5.8. Análisis de los datos.....	16
5.9. Manejo Agronómico del ensayo.	16
VI.- RESULTADOS	17
6.1. Poblaciones de <i>Meloidogyne</i> spp en suelo.	17
6.2. Poblaciones de <i>Meloidogyne</i> spp en raíz.	19
6.3. Poblaciones de <i>Pratylenchus</i> spp en suelo y raíz.	21
6.4. Poblaciones de <i>Rotylenchulus</i> spp en suelo y raíz.	23
VII.- DISCUSION	25
7.1. <i>Meloidogyne</i> spp.....	25
7.2. <i>Pratylenchus</i>	27
7.3. <i>Rotylenchulus</i> spp	28
VIII. CONCLUSIONES	30
IX. RECOMENDACIONES	31
X. LITERATURA CITADA	32
XI. ANEXOS	41

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1 Población de <i>Meloidogyne spp</i> en suelo; en los tratamientos ACM: Alto Convencional Maderable; ACL: Alto Convencional Leguminoso; OEM: Organico Extensivo Maderable; OEL: Organico Extensivo Leguminoso y PS: Pleno Sol. Masatepe, Masaya, 2007-2008.....	17
2 Población de <i>Meloidogyne spp</i> en Suelo; en las réplicas Níspero, Mamón, y Campos Azules en los tratamientos ACM: Alto Convencional Maderable; ACL: Alto Convencional Leguminoso; OEM: Organico Extensivo Maderable; OEL: Organico Extensivo Leguminoso y PS: Pleno Sol. Masatepe, Masaya, 2007-2008.....	18
3 Población de <i>Meloidogyne spp</i> en raíz, en los tratamientos ACM: Alto Convencional Maderable; ACL: Alto Convencional Leguminoso; OEM: Organico Extensivo Maderable; OEL: Organico Extensivo Leguminoso y PS: Pleno Sol. Masatepe, Masaya, 2007-2008.....	19
4 Población de <i>Meloidogyne spp</i> en raíz; en las réplicas Níspero, Mamón, y Campos Azules en los tratamientos ACM: Alto Convencional Maderable; ACL: Alto Convencional Leguminoso; OEM: Organico Extensivo Maderable; OEL: Organico Extensivo Leguminoso y PS: Pleno Sol. Masatepe, Masaya, 2007-2008.....	20
5 Población de <i>Pratylenchus spp</i> en suelo y raíz; en los tratamientos ACM: Alto Convencional Maderable; ACL: Alto Convencional Leguminoso; OEM: Organico Extensivo Maderable; OEL: Organico Extensivo Leguminoso y PS: Pleno Sol. Masatepe, Masaya, 2007-2008.....	21
6 Población de <i>Pratylenchus spp</i> en suelo y raíz; en las réplicas Níspero, Mamón, y Campos Azules en los tratamientos ACM: Alto Convencional Maderable; ACL: Alto Convencional Leguminoso; OEM: Organico Extensivo Maderable; OEL: Organico Extensivo Leguminoso y PS: Pleno Sol. Masatepe, Masaya, 2007-2008.....	22
7 Población de <i>Rotylenchulus spp</i> en suelo y raíz; en los tratamientos ACM: Alto Convencional Maderable; ACL: Alto Convencional Leguminoso; OEM: Organico Extensivo Maderable; OEL: Organico Extensivo Leguminoso y PS: Pleno Sol. Masatepe, Masaya, 2007-2008.....	23
8 Población de <i>Rotylenchulus spp</i> en suelo y raíz; en las réplicas Níspero, Mamón, y Campos Azules en los tratamientos ACM: Alto Convencional Maderable; ACL: Alto Convencional Leguminoso; OEM: Organico Extensivo Maderable; OEL: Organico Extensivo Leguminoso y PS: Pleno Sol. Masatepe, Masaya, 2007-2008.....	24

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Esquema gráfico de la Replica El Níspero, Jardín Botánico, Masatepe, Masaya.....	41
2	Esquema gráfico de la Réplica El Mamón, Jardín Botánico, Masatepe, Masaya.....	42
3	Esquema gráfico de la Réplica Campos Azules (CECA). Masatepe, Masaya.....	43
4	Esquema de muestreo de nematodos fitoparásitos en las réplicas el Níspero; Mamón y Campos Azules en Julio 2007 y Enero 2008.....	44
5	Comportamiento de la precipitación y temperatura durante el periodo 2007-2008, Masatepe, Masaya.....	45
6	Extracción de nematodos en las réplicas el Níspero; Mamón y Campos Azules en Julio 2007 y Enero 2008.....	46
7	Aspectos técnicos, en el Manejo del Ensayo de Sistema.....	47
8	Análisis de varianza para poblaciones de <i>Meloidogyne</i> spp en suelo, primer muestreo.....	50
9	Análisis de varianza para poblaciones de <i>Meloidogyne</i> spp en raíz, primer muestreo.....	51
10	Análisis de varianza para poblaciones de <i>Meloidogyne</i> spp en suelo, primer muestreo. Replica el Níspero.....	52
11	Análisis de varianza para poblaciones de <i>Meloidogyne</i> spp en raíz, segundo muestreo. Replica el Níspero.....	53
12	Análisis de varianza para poblaciones de <i>Meloidogyne</i> spp en raíz, primer muestreo. Replica 2 Mamón.....	54
13	Análisis de varianza para poblaciones de <i>Meloidogyne</i> spp en suelo, primer muestreo. Replica Campos Azules.....	55
14	Análisis de varianza para poblaciones de <i>Meloidogyne</i> spp en raíz, primer muestreo. Replica Campos Azules.....	56

15	Análisis de varianza para poblaciones de <i>Pratylenchus</i> spp, segundo muestreo.....	57
16	Análisis de varianza para poblaciones de <i>Pratylenchus</i> spp, primer muestreo. Réplica el Níspero.....	58
17	Análisis de varianza para poblaciones de <i>Pratylenchus</i> spp, segundo muestreo. Réplica el Níspero.....	59
18	Análisis de varianza para poblaciones de <i>Rotylenchulus</i> spp, segundo muestreo.....	60
19	Análisis de varianza para poblaciones de <i>Rotylenchulus</i> spp, primer muestreo. Réplica el Níspero.....	61
20	Análisis de varianza para poblaciones de <i>Rotylenchulus</i> spp, segundo muestreo. Réplica el Níspero.....	62
21	Análisis de varianza para poblaciones de <i>Rotylenchulus</i> spp en suelo, segundo muestreo. Réplica Campos Azules.....	63

Urbina, J; Matus, G. 2009. Evaluación del comportamiento poblacional de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (Ciclo 2007-2008).

Palabras claves: Sistemas de manejo en café, Convencional y Orgánico, *Meloidogyne* spp, *Pratylenchus* spp, Árboles de sombra.

RESUMEN

De Julio 2007 a Enero 2008, se realizó un estudio en el Centro Experimental Jardín Botánico, UNICAFE y en el Centro Experimental Campos Azules, INTA en Masatepe, Masaya; con el propósito de evaluar el comportamiento de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del café bajo diferentes sistemas de manejo. Los tratamientos consistieron en la combinación de dos niveles de insumo: Alto Convencional y Orgánico Extensivo, con dos especies de sombra: Leguminosa y Maderable y un tratamiento sin sombra. La descripción de los tratamientos es por lo tanto: Alto Convencional Maderable, Alto Convencional Leguminoso, Orgánico Extensivo Maderable, Orgánico Extensivo Leguminoso y Pleno Sol. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar, con tres réplicas, dos ubicadas en el Jardín Botánico y una en Campos Azules. Se realizaron 2 muestreos durante la época lluviosa, que consistieron en la toma de muestras de suelo y raíces. Los nematodos del suelo fueron extraídos utilizando el método Tamiz + filtro de algodón y las poblaciones en raíces con el método de macerado por licuadora + filtro de algodón con incubación por 72 horas. Las variables evaluadas fueron, número de nematodos fitoparásitos por género en 200 g de suelo y 5 g de raíz en cada tratamiento. Los resultados indican que el tratamiento Alto Convencional Leguminoso registró las poblaciones más altas de *Meloidogyne* y Orgánico Extensivo Maderable las más bajas. Las poblaciones de *Pratylenchus* se registraron incrementadas en el tratamiento Pleno sol y bajas en Orgánico Extensivo Maderable. El efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de *Rotylenchulus* no fue constante, especialmente para el caso del tratamiento Pleno sol. Cuando se analizaron los tratamientos a nivel de réplica (Níspero, Mamón y Campos Azules), los resultados fueron similares para todos los géneros en este estudio. Registrándose las mayores poblaciones en los tratamientos convencionales y las menores en los tratamientos orgánicos. El análisis de contrastes lineales para las poblaciones de *Meloidogyne*, indicó que hay diferencias significativas en Alto Convencional Maderable vs Alto Convencional Leguminoso y Convencional vs Orgánico; este mismo resultado fue similar para las poblaciones de *Rotylenchulus*. En el caso de *Pratylenchus*, hubo diferencias significativas entre Pleno sol vs Sombra. En general las poblaciones de nematodos fitoparásitos, especialmente las poblaciones de *Meloidogyne* spp, registradas en el segundo muestreo Enero 2008 fueron más altas que las registradas en Julio 2007.

I. INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica*) en Nicaragua es uno de los principales rubros del sector agropecuario; aporta el 8.5 % del producto interno bruto y el 24 % al producto interno bruto agrícola; desde el punto de vista social, el café genera 31.5 % del total de la mano de obra agrícola, lo que sumado a los empleos que se generan en la actividad industrial, empleos indirectos alcanza aproximadamente los 280 mil trabajadores (UNA, 2008).

El rubro del café es importante para nuestro país, ya que representa para nuestra economía el 19.54 % de las exportaciones totales equivalente a 1,65 millones de quintales de café lo que generó 228 millones de dólares, durante los diez primeros meses de la cosecha 2007-2008 (CETREX, 2008).

El café es afectado por problemas de fertilidad del suelo, edad de la plantación y plagas; sin embargo el desarrollo normal es restringido por nematodos fitoparásitos como: *Meloidogyne spp.*, y *Pratylenchus spp.*, constituyendo una plaga de mucha importancia para el cultivo del café, ya que afectan principalmente el sistema radicular (Herrera *et al.*, 2002).

Los nematodos en las raíces del café son un importante factor limitante de producción. En todo el mundo, las pérdidas de café debido a los nematodos se estiman en 15% (Campos *et al.*, 1990).

En los últimos 20 años la incidencia de los nematodos en el café ha aumentado debido a la intensificación del cultivo mediante el uso de variedades de mayor rendimiento plantadas a densidades mayores. Esto, combinado con una reducción de sombreado, hace que los árboles sean más susceptibles a la limitación de condiciones (Villain *et al.*, 2002).

Los géneros de nemátodos de mayor importancia en Nicaragua para la región norte son: *Pratylenchus coffea*, causante de lesiones en la raíz, y *Meloidogyne sp* en el Pacífico Sur, provocando la formación de agallas (Guharay *et al.*, 2000), otros géneros son: *Rotylenchulus reniformes* y *Helicotylenchus sp* (Herrera, 1995; Escobar, 2008).

En América Central, los daños provocados por los nemátodos del género *Meloidogyne* en el cultivo del café tienen una gran importancia económica tanto en el semillero como en el campo (Bertrand *et al.*, 1995), Sasser (1979) estima estas pérdidas en aproximadamente 10% de la producción en toda América Central.

El café se produce bajo varios sistemas de producción, entre los que sobresalen el sistema tradicional y el sistema tecnificado, los cuales representan los dos extremos del uso de tecnología, incluyendo el uso de variedades e insumos (Cardona *et al.*, 2008).

El sistema tradicional se caracteriza por la asociación del café con árboles de sombra, el inconveniente de este sistema es que se obtienen bajos rendimientos pero se logra una reducción de los costos de producción, relacionados al control de plagas y enfermedades las cuales se ven afectadas por las diferentes condiciones que brinda este sistema (IHCAFE, 1996).

El sistema tecnificado se identifica por ser un monocultivo, mediante el cual se obtiene una alta producción debido a que crece a pleno sol, pero esto provoca deficiencias nutricionales en las plantas después de cada cosecha lo que trae como consecuencia el uso excesivo de fertilizantes químicos para su nutrición (IICA 1999).

Ambos sistemas tienen sus ventajas y desventajas según los intereses que se persigan, ya sea de alta productividad o sostenibilidad económica y ecológica. Sin embargo, se hace necesario la identificación de estrategias de manejo que permitan desarrollar una caficultura sostenible y productiva, que pueda potenciar los procesos ecológicos en combinación con insumos locales y externos (Aguilar *et al.*, 2002).

En Nicaragua la mayor parte del café se cultiva bajo manejo convencional. Debido a las manifestaciones de baja sostenibilidad que ha mostrado el café convencional, se han buscado alternativas de manejo con menor impacto sobre el ambiente, una de ellas es el café orgánico. La materia orgánica incorporada al suelo aumenta la cantidad de nutrientes y la capacidad de retención de humedad, mejora el desarrollo de las plantas e incrementa la tolerancia a nemátodos (Rosado, 2005).

En Nicaragua para el establecimiento de la sombra en el café se utilizan especies de leguminosas como: Guaba (*Inga laurina*), Genízaro (*Samanea saman*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*), y los maderables son: Acetuno (*Simarouba glauca*), Roble (*Tabebuia rosea*) y Laurel (*Cordia alliodora*).

Los efectos múltiples y favorables de la sombra tienen repercusión sobre la tolerancia global de los cafetos a las diferentes formas de estrés que sean de origen abióticos, como los causados por fenómenos naturales; ó bióticos como el ataque de nematodos. La abundancia de mantillo (mulch) suele tener un efecto depresivo sobre ciertas poblaciones de nematodos, al fomentar el desarrollo de micro fauna y micro flora antagónico (Stirling, 1991).

Las plantas leguminosas asociadas (cobertura y árboles de sombra) pueden incrementar o disminuir la tolerancia del café a las plagas y enfermedades. Al reducir las presiones ambientales (calor, agua, nutrimentos), mejorar el balance nutricional y regular la producción de plantas de café, los árboles de sombra y los cultivos de cobertura pueden incrementar el vigor de café y, por lo tanto, disminuir su susceptibilidad a las plagas, tales como nematodos (Avelino *et al.*, 1997).

En Costa Rica se han realizado estudios con el objetivo de evaluar el desarrollo de las plagas en cafetales convencional y orgánico los resultados muestran que el género *Meloidogyne* presentó la población más alta en el cafetal convencional (Samayoa, 1999).

En Nicaragua existe poca información que permita determinar si los tipos de sombra, y el manejo agronómico tienen algún efecto sobre las poblaciones de nematodos fitoparásitos. Se conoce que la intensificación del cultivo desde el principio de la década de los 70 ha tenido consecuencias significativas en los ataques de nematodos.

Un cambio principal ha sido la reducción o eliminación de sombras en los cafetales, lo cual ha inducido mayor producción pero a la vez a hecho a este cultivo mas susceptible al ataque de nematodos (Cannell, 1985).

Estudios recientes realizados en Masatepe, Nicaragua indican que las poblaciones de nematodos fitoparasitos bajo diferentes sistemas de manejo del café, correspondieron a los géneros *Meloidogyne spp*, *Rotylenchulus spp*, *Pratylenchus spp*, *Xiphinema*, *Crictonemoides*; el género predominante fue *Meloidogyne* presentando las poblaciones más altas en el cafetal con manejo convencional y en bs tratamientos con sombra de árboles leguminosos (Escobar, 2008).

Basados en el hecho de que en la actualidad existen diferentes sistemas de manejo del cultivo de café, se hace necesario estudiar como se desarrollan las poblaciones de nematodos fitoparasitos bajo esas condiciones, pero su estudio no se limita a partir del conocimiento de su presencia, sino que deberá precisarse la cuantificación de las poblaciones, además de los géneros y especies existentes.

Por lo antes expuesto, el objetivo de este trabajo es evaluar la incidencia poblacional de nematodos fitoparasitos en sistemas orgánico y convencional de café agroforestal, con el fin de generar mayor información sobre las interacciones entre diversas especies de sombra y diferentes niveles de insumo.

II. OBJETIVOS

2.1.- Objetivo General:

Generar información que permita entender las relaciones existentes entre las poblaciones de nematodos fitoparásitos y los diferentes sistemas de manejo de café con diferentes especies de sombra.

2.2.- Objetivos Específicos:

Evaluar el comportamiento poblacional de nematodos fitoparásitos en sistemas de manejo de café convencional y orgánicos combinados con especies de sombra maderables y leguminosas.

Determinar los géneros de nematodos fitoparásitos que predominan en los sistemas de manejo de café convencional y orgánico.

III. HIPOTESIS

Ha: Las poblaciones de nematodos fitoparásitos son más altas en los Sistemas de manejo Alto Convencional con sombra maderable y leguminosa y Pleno sol, que en los sistemas de Manejo Orgánico Extensivo con árboles de sombra maderable y leguminosa.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA.

4.1. Generalidades del cultivo del café.

El café (*Coffea arabica* L.), es originario de las tierras altas de más de 1.000 m.s.n.m en Etiopia y Sudán (África) (ICAFE-MAG, 1989), es uno de los cultivos de mayor importancia en muchos países del mundo como: Colombia, Brasil, El Salvador, Nicaragua, y muchos otros (IICA, PROMECAFE, 1997).

El cultivo del café es un cultivo que se desarrolla con óptimos rendimientos productivos en zonas tropicales, su producción se ha concentrado principalmente en algunos países de América Latina, en los cuales se produce mas de la mitad de la cosecha global a nivel mundial de café (UNICAFE, 1995).

El 95% del café producido en Nicaragua es cultivado en sombra, lo que garantiza una calidad suprema. El 100% del café nicaragüense es arábica lavado, y sus variedades son: Caturra, Borbón, Maragogipe, Típica (MIFIC, 2005).

El café se desarrolla óptimamente a alturas entre 900 y 1000 metros sobre el nivel del mar (Guharay & Monterrey 2000). Con precipitaciones entre 1600 y 1800 mm, temperaturas que fluctúan entre los 17 a 23 ° C. El arbusto de café crece mejor bajo condiciones de alta humedad relativa (70 a 85%). Si la humedad relativa excede el 85% se afecta la calidad del café y se favorece la incidencia de enfermedades.

4.2. Principales plagas y enfermedades del café.

La producción de café se ve afectada por el ataque de plagas y enfermedades que causan daños económicos a los cultivos y baja de los rendimientos. En cuanto a los insectos se reportan: minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*); broca del café (*Hypothenemus hampei*); cochinilla (*Planococcus citri*), gallina ciega (*Phyllophaga* spp).

Las principales enfermedades que afectan al cultivo y merman su producción, son: roya (*Hemileia vastatrix*); mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*); ojo de gallo (*Mycena citricolor*); antracnosis (*Colletotrichum* spp). En los últimos años se ha considerado preocupante la incidencia de nematodos en el sistema radical del café (Guharay *et al.*, 2000).

4.3. Sistemas de Manejo de Cafetales en Nicaragua.

4.3.1. Sistema Tecnificado.

El sistema tecnificado se caracteriza por ser un monocultivo, ofrece una alta producción debido a que las plantas de cafetos, que crecen a plena exposición solar, se encuentran en su máxima actividad fisiológica. Después de cada cosecha, las plantas presentan deficiencias nutricionales por lo que se hace necesario el uso de fertilizantes químicos para su nutrición (Gutiérrez *et al.*, 2003).

Las plantaciones de café sin sombra se caracterizan usualmente por una mala protección del suelo, baja restitución de la materia orgánica, bajo reciclaje de nutrientes, lo cual lleva a los agricultores a depender de los fertilizantes sintéticos e insumos químicos. La situación anterior da como resultado un medio poco favorable para el crecimiento de las raíces debido a la compactación del suelo. Posiblemente el desarrollo de estas condiciones edáficas desfavorables incrementa la incidencia de plagas (nematodos) y enfermedades que atacan el sistema radical del café (Bertrand *et al.*, 1999).

Los cultivos tienden a perder vigor debido a la elevada extracción de nutrientes y el alto uso de plaguicidas, condición que a largo plazo puede causar un colapso de la plantación (Rice, 1996, Segura, 1994 citados por Samayoa y Sánchez, 2000).

Las plagas y enfermedades del café en plena exposición solar suelen ser muy severas, particularmente si la fertilización es deficiente o excesiva. Se sospecha que el uso de herbicidas contribuye al aumento de los problemas causados por nematodos (Fernández y Muschler, 1999).

La intensificación del cultivo desde principios de la década de los 70 ha tenido consecuencias significativas en los ataques de nematodos. Un cambio principal ha sido la reducción o eliminación de sombra en los cafetales, lo cual ha inducido mayor producción pero a la vez ha hecho a este cultivo más susceptible al ataque de nematodos. La eliminación de árboles de sombra también tiene otros efectos adversos, ya que estos ayudan a regular factores climáticos, tal como el déficit hídrico y las altas temperaturas diurnas, especialmente en regiones de marcada estación seca. (Wilson 1985, Beer *et al.*, 1998).

Otro efecto de la reducción de la sombra es que se disminuye la materia orgánica del suelo (SOM). Esto, a su vez, ha sido vinculado con el aumento de los daños de nematodos los que pueden ser especialmente acentuados en las raíces más pequeñas y menos vigorosas de los sistemas de café (Villain *et al.*, 1999).

La intensificación también involucra nuevas variedades de café de porte bajo, la alta productividad de estas variedades esta asociada con menor tolerancia al ataque de nematodos. Por otra parte la creciente aplicación de nitrógeno para satisfacer la demanda de estas variedades en relación con sus altas densidades de siembra, prontamente condujo a la acidificación de los suelos y a ciertos desbalances nutricionales en las plantas (Bornemisza *et al.*, 1999) y en consecuencia, se incremento la incidencia de los ataques de nematodos.

Lutzeyer *et al.*, 1994 señalan que el uso intensivo de productos agroquímicos en especial de herbicidas y nematicidas en plantaciones de café en Costa Rica, han provocado alteraciones en la vida del suelo, por ejemplo el desplazamiento de poblaciones de nematodos y efectos negativos sobre las funciones del suelo.

Los nemátodos son sorprendentemente resistentes a muchas sustancias químicas y esta resistencia obedece a la impermeabilidad de la cutícula protectora del huevo. La mayoría de los nematicidas son altamente tóxicos para los humanos y contaminantes del suelo; generalmente los productos que mas se usan son: Counter (Terbufos); Furadan (Carbofuranil); nemacur (Fenamiphos), los cuales son consideradas altamente toxicos para mamíferos.

4.3.2. Sistema Tradicional.

El sistema tradicional se caracteriza por el asocio de árboles de sombra con el cafeto. Los rendimientos bajo este sistema son bajos, sin embargo, se reducen los costos de producción en relación al control de malezas, plagas y enfermedades, ya que la incidencia de éstas es limitada debido a las condiciones que le brinda el sistema. Todo esto se traduce en estabilidad económica y ecológica (Vaast, 1999).

La sombra beneficia al café especialmente cuando se siembra en suelos de baja fertilidad y deficientes de agua, o en lugares con alta luminosidad como puede ocurrir a bajas elevaciones con respecto al nivel del mar, donde se producen condiciones de estrés por altas temperaturas (Muscher, 1997). Además proporcionan sistemas microbiológicos necesarios para una resistencia natural contra la erosión y las plagas (Boyce *et al.*, 1994).

Los árboles de sombra y los cultivos de cobertura pueden incrementar el vigor del café y por lo tanto disminuir su susceptibilidad a las plagas, tales como nematodos y a las enfermedades como la roya de la hoja del café (Avelino *et al.*, 1997). Además pueden abrigar en su follaje agentes de control biológicos o suministrar condiciones ambientales favorables para su desarrollo y permanencia (Bertrand *et al.*, 1999).

Errores en la elección de la especie que se usa para brindar el sombrío pueden resultar en efectos negativos, como se observa con *Inga sp.*, que puede ser hospedera alternativa para nemátodos que afectan los cafetales (Zamora y Soto, 1976).

En nuestras condiciones se ha prestado mucha atención a este aspecto y se ha determinado que en esencia los nemátodos pueden desarrollarse en *Samanea saman*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma tomentosa*, *Ricinus comunis*, *Erythrina poeppigiana*. Sin embargo en *Albizia* spp no se presentan (Acosta *et al.*, 1990).

Otras especies leñosas que se utilizan comúnmente en la agrosilvicultura también son anfitriones de nematodos (*Meloidogyne* spp. *Pratylenchus* spp.), incluyendo *Cajanus cajan*, *Leucaena leucocephala*, *Sesbania grandiflora*, *Tephrosia vogelii* y varias especies de Acacia (Page and Bridge, 1993; Duponnois *et al.*, 1999).

Las plantas leguminosas asociadas (cobertura y árboles de sombra) pueden incrementar o disminuir la tolerancia del café a las plagas y enfermedades. Al reducir las presiones ambientales (calor, agua, nutrimentos), mejorar el balance nutricional y regular la producción de plantas de café (Avelino *et al.*, 1997). Sin embargo, los cultivos leguminosos asociados también pueden ser hospederos alternos de plagas y enfermedades del café y por ello pueden aumentar la presión del parasitismo (Bertrand *et al.*, 1999).

Mediante el mejoramiento de la materia orgánica los cultivos leguminosos asociados pueden favorecer el desarrollo en el suelo de numerosos microorganismos antagonistas de los patógenos fungosos y de las plagas que afectan las raíces de las plantas (Rodríguez Kabana y Kokalis-Burelle, 1997).

Plantas leguminosas empleadas como cultivos en plantaciones de café, tales como *Pueraria*, *Crotalaria* o *Desmodium*, parecen ser efectivas para reducir las poblaciones de nematodos en especial de los nematodos de agallas (*Meloidogyne spp*), estas plantas pueden afectar el ciclo de vida del nematodo, mediante la producción de compuestos foliares que tienen efectos nematocidas una vez que se incorporan al suelo (Bertrand *et al.*, 1999).

4.3.3. Sistemas de Producción Orgánica

Los sistemas de producción orgánica de café, se basan en la conservación y mejoramiento de la fertilidad del suelo, el uso apropiado de la energía y el estímulo de la biodiversidad, promueven el manejo integral de las plantaciones, mediante técnicas e insumos compatibles con el ambiente, se excluye el uso de agroquímicos sintéticos (López de León y Mendoza, 1999).

El manejo de enfermedades se fundamenta en el estímulo, la defensa y utilización de los enemigos naturales. Como en el uso de prácticas apropiadas del cultivo, variedades resistentes, fertilización balanceada y el uso de sombra, entre otras (Figuerola *et al.*, 1996).

Los nematocidas deterioran la salud humana y animal (Davide, 1996), lo cual ha despertado, tanto en las regiones tropicales como subtropicales, un creciente interés por evitar sistemas de manejo basados en el control químico (Luc *et al.*, 1990). En este sentido, existe una amplia gama de opciones basadas en un manejo de bajos insumos, orientada hacia la sostenibilidad de los agroecosistemas.

En este enfoque se consideran el uso de cultivares resistentes, rotación de cultivos, policultivos, manejo de fechas de siembra y cosecha, uso de enmiendas orgánicas, coberturas, cultivos trampa, barbechos, inundaciones (Luc *et al.*, 1990), solarización (DeVay *et al.*, 1991).

La materia orgánica del suelo también promueve la actividad de microorganismos que no están directamente involucrados en la descomposición de la materia orgánica, sin embargo son benéficas para la nutrición del café y para el estado fitosanitario de las raíces. Entre los organismos más importantes se encuentran las micorrizas que colonizan las raíces para desarrollar una asociación simbiótica con la planta hospedera y los microorganismos antagonistas que tienen efectos supresivos sobre plagas y enfermedades que atacan las raíces (Bertrand *et al.*, 1999).

La materia orgánica incorporada al suelo aumenta la cantidad de nutrientes y la capacidad de retención de humedad; mejora el desarrollo de las plantas e incrementa la tolerancia a nemátodos (Rosado, 2000).

Algunos autores aseguran que la descomposición de la misma tiene una acción nematocida; produciendo compuestos volátiles biotóxicos, tales como el alcohol, aldehídos, y otros compuestos volátiles que puede estimular la germinación de propágulos fúngicos e incrementar el antagonismo microbiano en el suelo. Otros afirman que el beneficio se debe a una acción indirecta, ya que permite una nutrición más adecuada de la planta que compensa el porcentaje de raíces dañadas. (Magunacelaya y Dagnino, 1999).

La materia orgánica mejora la capacidad del suelo para resistir a los cambios de pH, lo anterior es particularmente importante en agrosistemas de café intensivos donde las grandes adiciones de nitrógenos provocan una fuerte acidificación del suelo (Wrigley, 1988).

El incremento de la acidez del suelo puede producir toxicidad de aluminio (Al), la cual es perjudicial para el crecimiento de las raíces y para la absorción de nutrimentos (Pavan, 1983), e incrementa la susceptibilidad de la raíz a los nematodos fitoparásitos y a las enfermedades (Lidell, 1997).

La acidez del suelo también reduce la actividad microbiana, provocando una disminución en la mineralización de la materia orgánica y por ende una disponibilidad más baja de nutrimentos para las raíces (Robson & Abbott, 1988).

4.4. Nematodos fitoparásitos del café.

Los nematodos son los organismos multicelulares más numerosos presentes en los agrosistemas donde pueden encontrarse a densidades superiores a 30 millones/m². Las pérdidas de cosecha anuales estimadas debidas a nematodos parásitos de plantas en la producción agrícola mundial se aproxima al 11% y en términos absolutos las pérdidas económicas anuales se calculan en torno a los 80 billones de dólares (Agrios, 1997).

Los daños que causan los nematodos a las raíces, provocan problemas en la nutrición hídrica y mineral de la planta, causando disminuciones de crecimiento y marchitamientos, lo que trae como consecuencia una disminución en la producción cuando las condiciones son favorables para el patógeno (Campos *et al.*, 1990).

Se estima que los géneros de nematodos fitoparásitos *Meloidogyne* y *Pratylenchus*, son los de mayor importancia económica en este cultivo debido a su amplia diseminación y niveles poblacionales. Las especies *M.exigua*, *M. incognita*, *M.coffeicola* y *P. coffea* pueden ser consideradas como las de mayor preocupación para el cafeto (Campos *et al.*, 1990; Anzueto, 1993; Villain *et al.*, 2002).

Lamberti y Taylor (1979) reportaron a *M. exigua* como el nematodo más importante en el cultivo de café en Centro y Sur América.

Existe una gran variabilidad biológica de géneros en América Central entre las especies más agresivas se encuentran *Meloidogyne spp* en Guatemala, *Meloidogyne arenaria* en El Salvador y *Meloidogyne arabicida* de Costa Rica (Anzueto *et al.*, 2000).

Estudios realizados en el Salvador por Pinochet & Guzmán (1986), encontraron que los géneros de mayor importancia económica fueron *Meloidogyne spp* y *Pratylenchus spp*; igual situación se presentó en Costa Rica donde encontraron que *Meloidogyne spp* estaba atacando alrededor de 24 hospederos diferentes y en poblaciones altas (Jiménez, 1987).

Los géneros de nemátodos de mayor importancia en Nicaragua son: *Pratylenchus coffea*, para la región norte; causante de lesiones en la raíz, y *Meloidogyne spp* en la región del Pacífico que provoca la formación de agallas (Guharay *et al.*, 2000).

En el caso particular de la región IV de Nicaragua, Rosales (1989) encontró en 49 fincas muestreadas a *Meloidogyne exigua* como la especie mas abundante. En lo que se refiere al género *Pratylenchus*, la especie *P. coffea*, es la más encontrada (IICA, Promecafe 1999).

Sequeira, (1977) reportó una amplia gama de géneros para la región del Pacifico siendo el género *Meloidogyne spp*, el más abundante y de mayor distribución. En el norte de Nicaragua, solo se reportó *Pratylenchus* en un 5 % de las muestras.

Otros géneros de importancia económica asociados a los cafetos en Nicaragua son: *Rotylenchulus reniformis* y *Helicotylenchus spp* (Herrera, 1995).

4.5. Daños Causados por Nemátodos Fitoparásitos

Los nematodos ocasionan considerables daños en las plantaciones de café en América Latina (Campos *et al.*, 1990). En Centro América se presentan infestaciones generalizadas de nematodos en la mayoría de sus zonas cafetaleras (Villain *et al.*, 1999).

La mayoría de las variedades de café actualmente cultivadas de *Coffea arabica* son susceptibles a un gran número de especies de nematodos presentes en la región (Hernández 1997, Bertrand *et al.*, 1999, Villain *et al.*, 2000). Por lo tanto, se trata de una significativa limitación a la economía cafetalera. Las pérdidas ocasionadas por los nematodos se reflejan no solamente en las pérdidas de producción sino también en los costos de resiembra de cafetos severamente atacados.

Estos organismos atacan las raíces jóvenes afectando la absorción de agua y minerales y en consecuencia los cafetos infectados manifiestan clorosis en las hojas, defoliación y pobre desarrollo. En casos de alta severidad, y después del estrés de sequía, los cafetos infectados se marchitan y mueren. (Rodríguez, 2003).

El ataque de los nematodos no produce síntomas violentos sino una pérdida gradual del vigor y de la productividad de la planta. Esta reducción se debe a que los nematodos se alimentan de las raíces y afectan la absorción de agua y los nutrimentos que facilitan la penetración en las raíces de organismos causantes de enfermedades. Las plantas adultas no muestran síntomas típicos y repentinos en el follaje, que ayuden a reconocer la causa del daño, porque estos se manifiestan de una manera lenta y confundida con signos de desnutrición (Dropkin, 1980).



La marchites del follaje es notable, las hojas nuevas se vuelven coriáceas, pierden su condición de erectas y pueden adquirir una decoloración amarillenta. En las más viejas, puede ser además anaranjada o rojiza. Posteriormente sobreviene la defoliación y caída de frutos. Este tipo de síntomas también puede obedecer a diferentes causas relacionadas con un inadecuado régimen de cultivo, condiciones ecológicas desfavorables o debilitamiento por plagas y enfermedades entre otras, lo que en un momento dado puede confundir y es aquí la importancia del diagnóstico (Dropkin, 1980).

Los nematodos predisponen a las plantas para la infección por otros organismos, ya que al penetrar en las raíces causan cambios fisiológicos en los tejidos, lo que facilita la acción de los hongos, bacterias y virus que habitan el suelo (Taylor y Sasser, 1983), ocasionan daños indirectos; no permiten que el café se desarrolle normalmente y exprese plenamente su potencial productivo. Los nematodos se producen mayormente durante el período lluvioso pero sus daños en las plantas se acentúan durante el período seco (Mateille, 1993).

4.6. Principales Géneros de Nematodos Fitoparasitos.

4.6.1. *Meloidogyne* sp (Nematodo Nodulador)



Goeldi en 1887, encontró en el Brasil, un nematodo en los nódulos de las raíces del café y lo clasificó como *Meloidogyne exigua* Goeldi, constituyendo así el primer nematodo identificado en café.

En América central, los daños provocados por los nemátodos del género *Meloidogyne* en el cultivo del café tienen una gran importancia económica tanto en el semillero como en el campo (Bertrand *et al.*, 1995). Estos nematodos disminuyen de forma importante los rendimientos. Estudios de nocividad han demostrado que la progresión de los daños por el complejo de especies ha significado pérdidas en rendimientos superiores al 60 % en campos de producción afectados. (Fernández *et al.*, 1993).

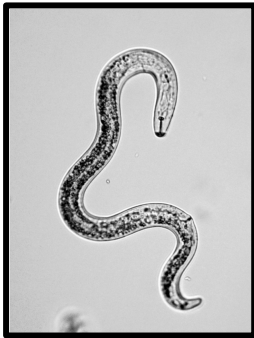
Meloidogyne spp se considera un organismo de gran importancia para el cultivo de café, las especies de *Meloidogyne spp*. Son parásitos obligados de las plantas, ocurriendo su reproducción solo cuando el segundo estadio larval penetra en las raíces u otras partes subterráneas de una planta apropiada, incita el desarrollo de células gigantes en las que se alimenta y desarrolla hasta convertirse en hembras que producen huevos (Fernández *et al.*, 1993).

Este género destruye completamente la raíz del cafeto, la planta no forma raíces nuevas, quedando las raíces gruesas, las que tienen una capacidad muy limitada para la absorción de agua y nutrientes (Jaehn, 1990). A diferencia de otros géneros *Meloidogyne* posee una característica muy peculiar, (formación de agallas) a simple vista son fáciles de identificar; inicialmente de color blanco, pero después se tornan parduzcas (Teliz *et al.*, 1993).

La parte aérea presenta pobre crecimiento y el rendimiento se reduce considerablemente. El patógeno se observa principalmente dentro de los tejidos radicales y la masa de huevos en el exterior. En las secciones longitudinales de las raíces se pueden apreciar las células gigantes y la porción cefálica del nematodo, observándose, además, los elementos xilemáticos comprimidos e interrumpidos (Crozzoli *et al.*, 2006).

Meloidogyne sp posee un elevado número de hospederos, una amplia distribución geográfica y su variabilidad patogénica limita la disponibilidad de cultivares resistentes, y a la vez que produce interacciones sinérgicas con otros patógenos del suelo (Busquets *et al.*, 1994; Netscher & Sikora, 1990; Heald, 1995).

4.6.2. *Pratylenchus* sp (Nemátodo Lesionador)



En el año 1898, Zimmermann detectó una especie *Pratylenchus coffeae* en raíces de café severamente dañadas en Java; además fue el primero en demostrar la patogenicidad de la especie *Pratylenchus*, al reportar que *P. coffeae* destruyó alrededor del 95% de *Coffea arabica* en Java; mientras que, actualmente, en Brasil se reportan pérdidas de hasta un 5 % a causa de *Pratylenchus spp* y otros nematodos. *Pratylenchus coffeae* es la especie más reportada en café dentro de este género y a la que se atribuyen los mayores daños en viveros y plantaciones (Campos *et al.*, 1990; Villain, 2000).

P. coffeae se ha observado también en Indonesia causando graves daños a las plantaciones de café arábica y robusta (Wiryadiputra, 1990), el rendimiento de las pérdidas osciló entre el 29 y el 78 %.

En Nicaragua Sequeira (1979) reportó para la región central a *Pratylenchus spp* como el género de nematodos más común en el cultivo del café.

Es un género que resulta problemático si se toma en cuenta que el parásito destruye la corteza de la raíz, y puede causar disminuciones severas en la cosecha (Villain *et al.*, 2000); a su vez, que se encuentra asociado con hongos como *Fusarium sp* y *Rosellinia sp* (Souza, 1965) lo que puede agravar aun más el daño a la planta.

Se ha demostrado que *Pratylenchus sp.*, puede causar grandes daños a las raíces de café, lo que resulta en la reducción de absorción de agua y de nutrientes. Por ejemplo *Pratylenchus coffeae* en plantas parasitadas causa una reducción significativa de absorción de amonio y nitrato, probablemente debido a que la función de la raíz se ve afectada por la invasión del nematodo (Monteiro y Lordello, 1974).

El daño ocasionado por la alimentación y migración intracelular se manifiesta como oscurecimiento de raíces y reducción o ausencia de raicillas finas (Magunacelaya y Dagnino, 1999). Las raíces afectadas de café por *Pratylenchus coffeae*, tienden a tornarse de color pardo claro a negro, como consecuencia de la destrucción del tejido cortical de las raíces laterales (Pinochet y Ventura, 1980).

Lordello (1974) informó que los árboles jóvenes de café infectados con *Pratylenchus coffeae* presentan retraso en el crecimiento y tallos delgados, deficiencias de nutrientes, e incluso muerte de plantas. Mientras que en plantas de vivero, la raíz principal puede ser destruida y perder la habilidad para mantener el anclaje (Kubo *et al.*, 2003).

Un estudio realizado en Guatemala sobre las fluctuaciones poblacionales de *Pratylenchus spp*, muestra que existe un pico poblacional de gran amplitud al principio de la época de llenado de los frutos, en junio-julio, lo cual conduce a una rápida y gran destrucción de raíces absorbentes (Villain *et al.*, 2000).

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Localización del experimento

El estudio se realizó de Julio 2007 a Enero 2008 en Masatepe, Masaya en el Ensayo de sistemas establecido por el CATIE en el 2000 y los análisis de laboratorio se realizaron en el Laboratorio de Nematología de la Universidad Nacional Agraria (UNA).

El estudio se realizó en el ensayo de sistemas, en el Jardín Botánico y en el Centro Experimental Campos Azules (CECA).

El Jardín Botánico (UNICAFE), está localizado a 11°54' de latitud Norte y 86° 09' latitud Oeste, a una altitud de 453 m.s.n.m, presenta topografía plana, una precipitación promedio anual de 1400 mm y temperaturas promedio de 24°C, una humedad relativa entre 70 y 80%, (Haggar, 2001).

El Centro Experimental Campos Azules (CECA) del INTA, ubicado a 12° 19 latitud norte y 86° 09 latitud oeste, a una altitud de 455 m.s.n.m, presenta topografía plana, con una precipitación anual de 1400 mm, suelo Humic Durustad, alto contenido de materia orgánica, con una acidez de 5-6 pH (Haggar; 2001).

5.2. Descripción del área experimental.

5.2.1. Jardín Botánico: Níspero y Mamón

En el Jardín Botánico el estudio se estableció en dos réplicas Níspero y Mamón, en el año 2000. La variedad establecida fue Pacas con 9 años de edad, con una distancia de 2.0 metros entre surco y 1.25 metros entre plantas. El área experimental para el Níspero es de 10,085 m², y en la réplica el Mamón el área experimental es de 11,090 m². La densidad es de 4,000 plantas por hectárea.

5.2.2. Campos Azules (CECA)

La réplica Campos azules se estableció en el año 2001; La variedad establecida fue Pacas con 8 años de edad, con una distancia de 2.0 metros entre surco y 1.25 metros entre plantas. Posee un área experimental de 10,170 m². La densidad es de 4,000 plantas por hectárea.

5.3. Diseño Experimental.

El diseño experimental fue un Bloques Completos al Azar (B.C.A) con tres repeticiones. Cada repetición está constituida por 14 tratamientos de los cuales 5 fueron objeto de estudio (ACM, ACL, OEM, OEL y PS) (Anexo 1, 2 y 3).

5.4. Tratamientos evaluados

Los tratamientos evaluados consistieron en la combinación de dos sistemas de manejo (Convencional y Organico) con dos tipos de especies de sombras (leguminosas y maderables), incluyendo además el sistema Convencional en condiciones de pleno sol (Tabla 1).

5.5. Descripción de la parcela de estudio

En cada réplica se establecieron 14 parcelas correspondiente a los tratamientos, en cada parcela se delimitó un área útil de 258m², para cada tratamiento. Para este estudio se consideraron 5 tratamientos de cada réplica. Las especies de árboles de sombra establecidas en cada réplica son Genízaro (*Samanea saman*), Guaba (*Inga laurina*), Acetuno (*Simarouba glauca*) y Roble (*Tabebuia rosea*), la distancia entre árboles es de 3.75 metros entre planta y a 4 metros entre surco. (Anexo 1, 2 y 3).

Tabla 1. Descripción de los Tratamientos Evaluados en el Experimento de Sistemas Café en Masatepe, Masaya.

Especies de sombra	Sistemas de Manejo	
	Alto Convencional (AC)	Orgánico Extensivo (OE)
<i>Inga laurina</i> + <i>Samanea saman</i>	Alto Convencional Leguminoso	Orgánico Extensivo Leguminoso
<i>Simarouba glauca</i> + <i>Tabebuia rosea</i>	Alto Convencional Maderable	Orgánico Extensivo Maderable
	Alto Convencional a Pleno sol	

- *I. laurina*: Especie de sombra, perennifolia, fijadora de nitrógeno; *S. glauca*: Especie maderable, perennifolia; *T. rosea*: Especie maderable, caducifolia; *S. saman*: Especie leguminosa, caducifolia, fijadora de nitrógeno. Abreviatura M: maderable, abreviatura L: leguminosa.

5.6. Muestreo de Nematodos Fitoparásitos

El estudio consistió de dos muestreos el primero en Julio del 2007 y un segundo en Enero del 2008. Las muestras consistieron en suelo y raíz. En cada parcela se seleccionaron 5 puntos distribuidos en forma de "X", cada punto estaba compuesto de cinco plantas de café y de cada punto se tomó una muestra, la cual estaba compuesta de 5 submuestras tomadas una de cada planta que conformaba el punto de muestreo (Anexo 4).

Las muestras fueron tomadas con un palín y consistieron en 1 kg de suelo y 5g de raíces las cuales fueron tomadas de la zona radicular de las plantas, en un diámetro de 15 cm de la planta horizontalmente y a 15 cm de profundidad.

En el laboratorio las muestras de suelo fueron homogenizadas y se utilizaron 200g para ser procesadas. El método de extracción utilizado para procesar las muestras de suelo fue el método de Tamices más filtro de algodón (Seinhorst, 1962), 24 horas después se observó en el microscopio con el fin de realizar conteo e identificación de géneros de nematodos fitoparásitos (Anexo 6).

La extracción de los nematodos de las muestras de raíces se hizo mediante el método de macerado por licuadora más filtro de algodón (S' Jacob and Bezoojen 1977) + incubación por 72 horas (Young, 1954). Las muestras de raíces fueron analizadas cada 24 horas hasta completar 72 horas, posteriormente las muestras observadas en el microscopio para su conteo e identificación a nivel de género (Anexo 6).

5.7. Variables Evaluadas.

- Número de nemátodos fitoparásitos por género presentes en 200g de suelo.
- Numero de nematodos fitoparásitos por género presentes en 5g de raíces.

5.8. Análisis de los datos.

A los datos obtenidos se realizó la prueba de Normalidad con el fin de conocer la distribución de los mismos. En el caso de que los datos no cumplieran con los parámetros de normalidad fueron transformados mediante la raíz cuadrada de $(x + 0.5)$; donde x representa el numero de nematodos presentes en 200g de suelo, y 5g en el caso de raíces.

Se realizó análisis de varianza y comparación de medias, usando Tukey ($p = 0.05$). Este análisis se hizo además a nivel de cada réplica.

También se realizaron contrastes lineales para comparar los diferentes tratamientos evaluados en el estudio, considerando para el análisis, aquellos tratamientos donde el manejo utilizado pudiera evidenciar claramente diferencias en el comportamiento de las poblaciones de nematodos fitoparásitos en el cultivo del café, bajo los diferentes sistemas de manejo.

5.9. Manejo Agronómico del ensayo.

En el ensayo se realizan los respectivos manejos agronómicos y fitosanitarios (Anexo 7).

Cabe destacar que antes del establecimiento del ensayo en el Jardín Botánico se cultivaba café con manejo convencional y en el caso de Campos Azules no habia ningún cultivo establecido.

VI.- RESULTADOS

6.1. Poblaciones de *Meloidogyne* spp en suelo.

Hubo diferencias significativas entre los tratamientos sobre las poblaciones de *Meloidogyne* registradas en el suelo durante el primer muestreo, no así el segundo muestreo. Las poblaciones más altas en el primer muestreo fueron registradas en el tratamiento Alto Convencional Leguminoso (ACL) con un promedio de 48 individuos en 200g de suelo y las más bajas en el tratamiento Orgánico Extensivo Leguminoso (OEL) (4 individuos /200g de suelo). El resto de los tratamientos se comportaron estadísticamente similares (Figura 1).

En el segundo muestreo las poblaciones mas altas fueron registradas en el tratamiento Pleno Sol (PS) y Alto Convencional Leguminoso (ACL) con un promedio de 216 y 215 individuos en 200g de suelo respectivamente y las más bajas en el tratamiento Orgánico Extensivo Maderable (OEM) (80 individuos /200g de suelo) (Figura 1).

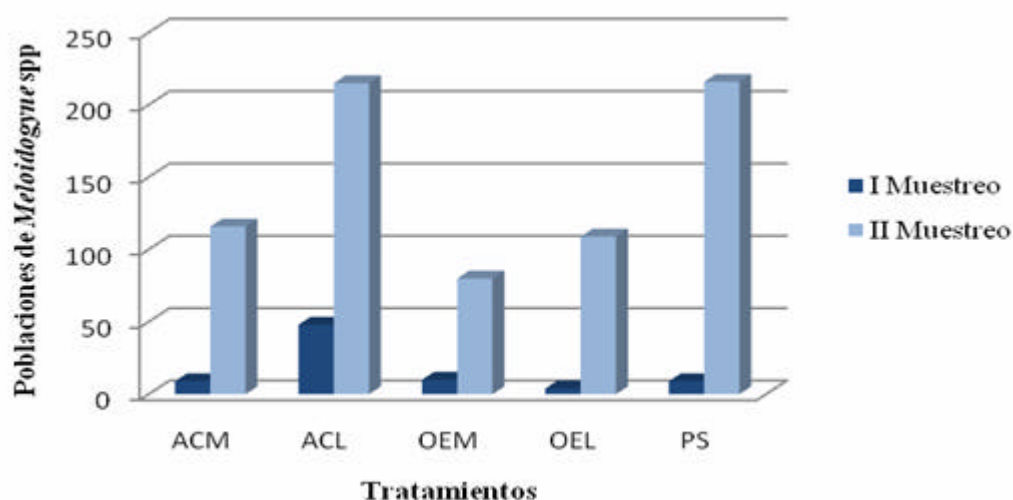


Figura 1. Población de *Meloidogyne* spp en suelo; en los tratamientos ACM: Alto Convencional Maderable; ACL: Alto Convencional Leguminoso; OEM: Organico Extensivo Maderable; OEL: Organico Extensivo Leguminoso y PS: Pleno Sol Masatepe, Masaya, 2007-2008.

Cuando se analizaron los tratamientos en cada réplica, hubo diferencias significativas entre los tratamientos sobre las poblaciones de *Meloidogyne* spp en suelo en las réplicas Campos Azules y el Níspero para el primer muestreo. En el Níspero el tratamiento donde se registraron las más altas poblaciones fue Alto Convencional Leguminoso (ACL) con un promedio de 42 individuos en 200g de suelo y las más bajas poblaciones en el tratamiento Orgánico Extensivo Leguminoso (OEL) y Pleno Sol (PS) (0 y 3 individuos / 200g de suelo) respectivamente (Figura 2).

En el caso de la réplica Campos Azules, las poblaciones más altas se registraron en el tratamiento Alto Convencional Leguminoso (ACL) con un promedio de 96 individuos en 200g de suelo y las más bajas poblaciones en el tratamiento Orgánico Extensivo Leguminoso (OEL) y Pleno Sol (PS) (3 individuos / 200g de suelo) respectivamente (Figura 2).

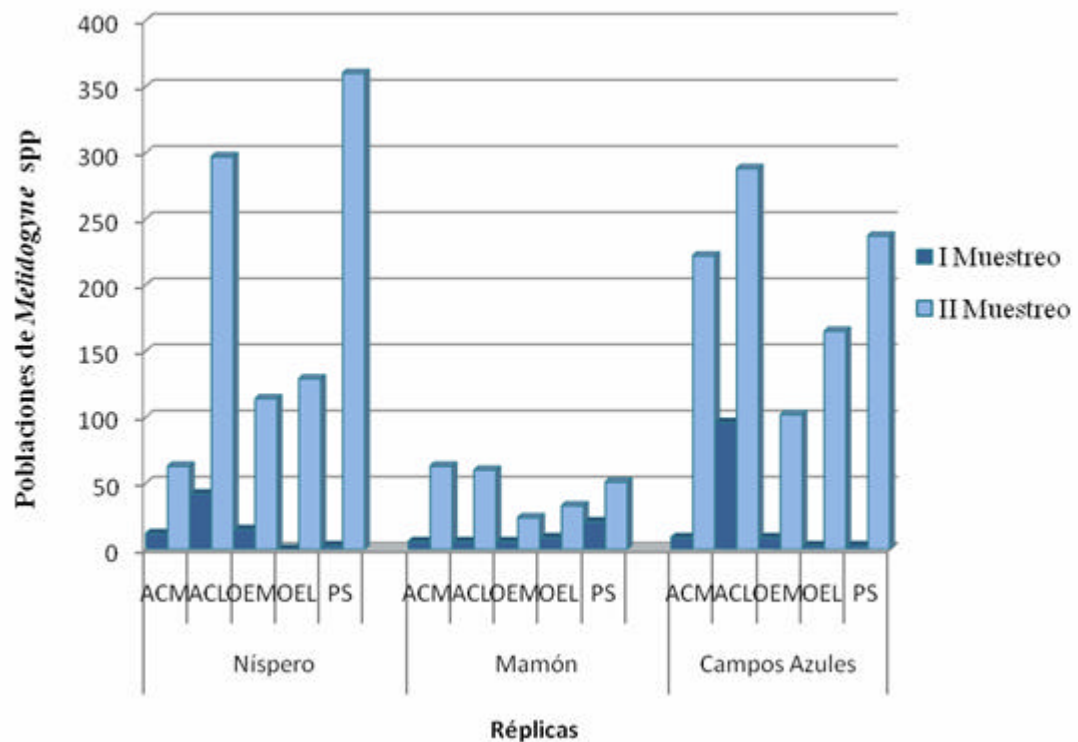


Figura 2. Población de *Meloidogyne* spp en Suelo; en las réplicas Nispero, Mamón, y Campos Azules en los tratamientos ACM: Alto Convencional Maderable; ACL: Alto Convencional Leguminoso; OEM: Organico Extensivo Maderable; OEL: Organico Extensivo Leguminoso y PS: Pleno Sol Masatepe, Masaya, 2007-2008.

El análisis de contraste lineal mostró que hubo diferencias significativas entre los contrastes Alto Convencional Leguminoso (ACL) vs Alto Convencional Maderable, (ACM) y en Convencionales vs Orgánicos sobre las poblaciones de *Meloidogyne* en el suelo en el primer muestreo.

6.2. Poblaciones de *Meloidogyne* spp en raíz.

Hubo diferencias significativas entre los tratamientos sobre las poblaciones de *Meloidogyne* en raíz en el primer muestreo, pero no en el segundo muestreo. Las poblaciones más altas en el primer muestreo fueron registradas en los tratamientos Pleno Sol (PS) y Alto Convencional Leguminoso (ACL) con un promedio de 836 y 793 individuos en 5g de raíz respectivamente y las más bajas en el tratamiento Orgánico Extensivo Leguminoso (OEL) con (162 individuos /5g de raíz). El resto de los tratamientos se comportaron estadísticamente similares (Figura 3).

En el segundo muestreo las poblaciones mas altas fueron registradas en los tratamientos Alto Convencional Leguminoso (ACL) y Pleno Sol (PS) con un promedio de 8,549 y 8,087 individuos en 5g de raíz respectivamente y las más bajas en el tratamiento Orgánico Extensivo Leguminoso (OEL) (3,991 individuos / 5g de raíz) (Figura 3).

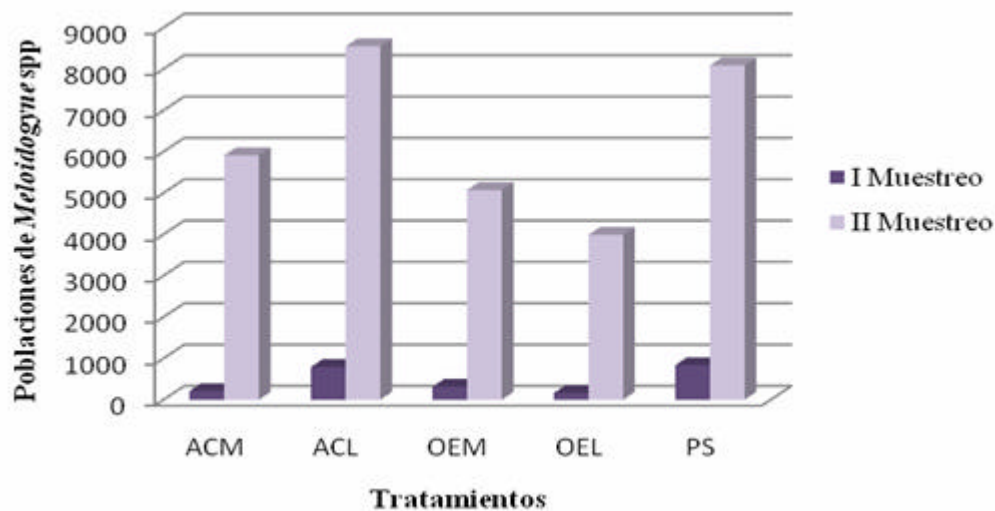


Figura 3. Población de *Meloidogyne* spp en raíz, en los tratamientos ACM: Alto Convencional Maderable; ACL: Alto Convencional Leguminoso; OEM: Organico Extensivo Maderable; OEL: Organico Extensivo Leguminoso y PS: Pleno Sol Masatepe, Masaya, 2007-2008.

En el análisis de los tratamientos por réplica hubo diferencias significativas en el segundo muestreo en la réplica El Níspero, las poblaciones mas altas de *Meloidogyne* se registraron en los tratamientos Alto Convencional Leguminoso (ACL) y Pleno Sol (PS) con un promedio de 20,139 y 16,026 individuos en 5g de raíz respectivamente y las bajas en el tratamiento Orgánico Extensivo Leguminoso (OEL) (4,305 individuos /5g de raíz).

En las réplicas el Mamón y Campos Azules hubieron diferencias significativas de los tratamientos en el primer muestreo; en el caso de la réplica el Mamón, las poblaciones más altas se registraron en el tratamiento Pleno Sol (PS) (1,770 individuos /5g de raíz). y las más bajas en el tratamiento Orgánico Extensivo Leguminoso (OEL) (102 individuos /5g de raíz).

En la Réplica Campos Azules las poblaciones más altas se registraron en el tratamiento Alto Convencional Leguminoso (ACL) (1,761 individuos /5g de raíz) y las más bajas fueron el tratamiento Orgánico Extensivo Maderable (OEM) (66 individuos /5g de raíz). (Figura 4).

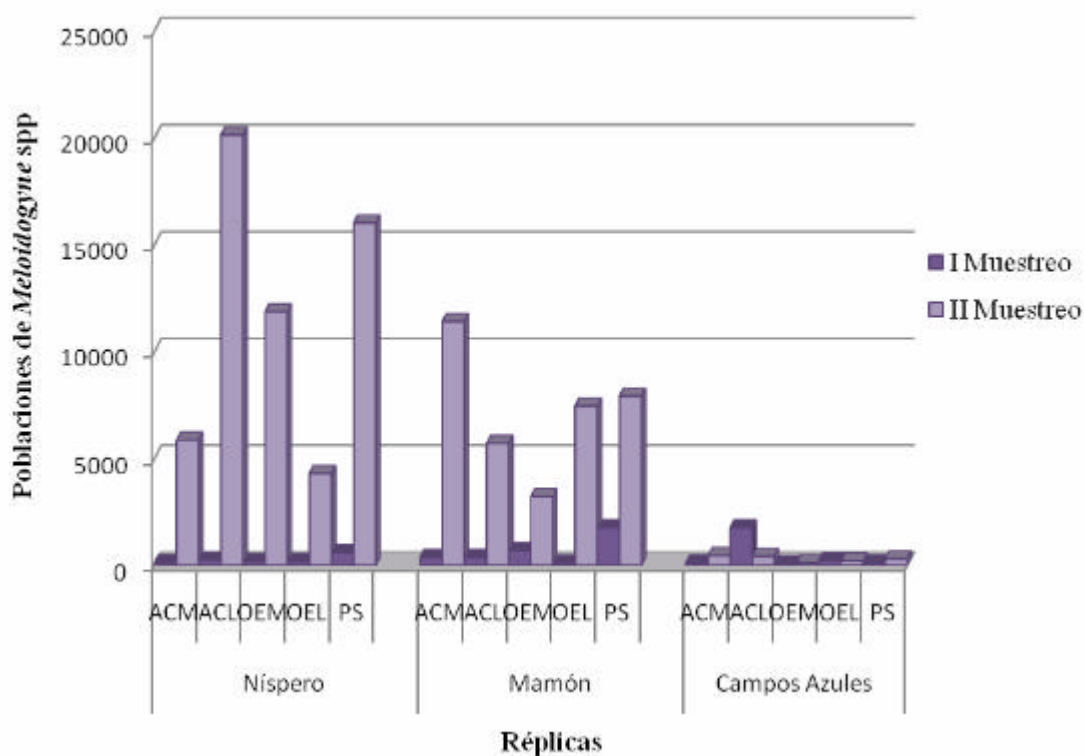


Figura 4. Población de *Meloidogyne* spp en raíz; en las réplicas Nispero, Mamón, y Campos Azules en los tratamientos ACM: Alto Convencional Maderable; ACL: Alto Convencional Leguminoso; OEM: Organico Extensivo Maderable; OEL: Organico Extensivo Leguminoso y PS: Pleno Sol Masatepe, Masaya, 2007-2008.

El análisis de contraste lineal mostró que hubo diferencias significativas entre los contrastes Alto Convencional Leguminoso (ACL) vs Alto Convencional Maderable (ACM) y en Pleno Sol vs Sombra sobre las poblaciones de *Meloidogyne* en raíz en el primer muestreo, pero no en el segundo muestreo.

6.3. Poblaciones de *Pratylenchus* spp en suelo y raíz.

Hubo diferencias significativas entre los tratamientos sobre las poblaciones de *Pratylenchus* en el segundo muestreo. Las poblaciones más altas de este género fueron registradas en el tratamiento Pleno Sol (PS) con un promedio de 279 individuos en 200g de suelo y 5g de raíz, las más bajas en el tratamiento Orgánico Extensivo Maderable (OEM) (39 individuos en 200g de suelo y 5g de raíz. El resto de los tratamientos se comportaron estadísticamente similares (Figura 5).

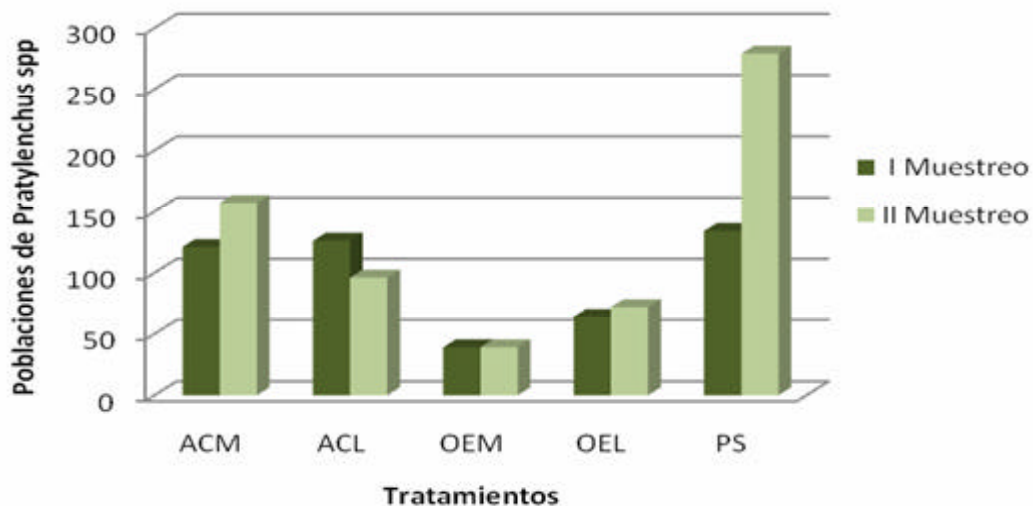


Figura 5. Población de *Pratylenchus* spp en suelo y raíz; en los tratamientos ACM: Alto Convencional Maderable; ACL: Alto Convencional Leguminoso; OEM: Orgánico Extensivo Maderable; OEL: Orgánico Extensivo Leguminoso y PS: Pleno Sol. Masatepe, Masaya, 2007-2008.

Cuando se analizaron los tratamientos en cada réplica, hubo diferencias significativas entre los tratamientos sobre las poblaciones de *Pratylenchus* spp en la réplica el Níspero para ambos muestreos. En el primer muestreo los tratamientos donde se registraron las poblaciones más altas fueron Alto Convencional Maderable (ACM) con un promedio de 189 individuos en 200g de suelo y 5g de raíz y las más bajas en el Orgánico Extensivo Maderable (OEM) (6 individuos en 200g de suelo y 5g de raíz).

En el segundo muestreo las más altas poblaciones fueron Pleno Sol (PS) y Alto Convencional Maderable (ACM) con 459 y 279 individuos en 200g de suelo y 5g de raíz respectivamente y las más bajas en el tratamiento Alto Convencional Leguminoso (ACL) con 15 individuos en 200g de suelo y 5g de raíz (Figura 6).

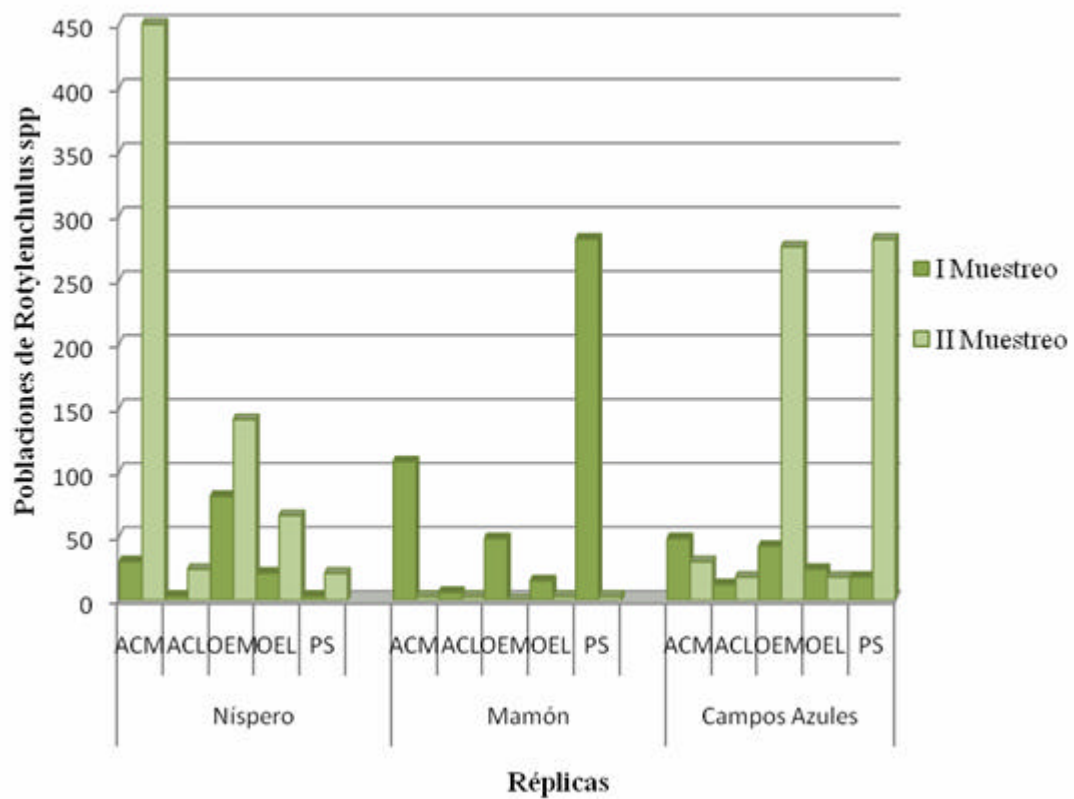


Figura 6. Población de *Pratylenchus* spp en suelo y raíz; en las réplicas Nispero, Mamón, y Campos Azules en los tratamientos ACM: Alto Convencional Maderable; ACL: Alto Convencional Leguminoso; OEM: Organico Extensivo Maderable; OEL: Organico Extensivo Leguminoso y PS: Pleno Sol. Masatepe, Masaya, 2007-2008.

El análisis de contraste lineal mostró que hubo diferencias significativas entre los contrastes Pleno Sol vs Sombra sobre las poblaciones de *Pratylenchus* en el segundo muestreo.

6.4. Poblaciones de *Rotylenchulus* spp en suelo y raíz.

Hubo diferencias significativas entre los tratamientos sobre las poblaciones de *Rotylenchulus* en el segundo muestreo. Las poblaciones más altas de este género fueron registradas en el tratamiento Alto Convencional Maderable (ACM) con un promedio de 279 individuos en 200g de suelo y 5g de raíz, y las más bajas en el tratamiento Alto Convencional Leguminosos (ACL) 39 individuos en 200g de suelo y 5g de raíz. El resto de los tratamientos se comportaron estadísticamente similares (Figura 7).

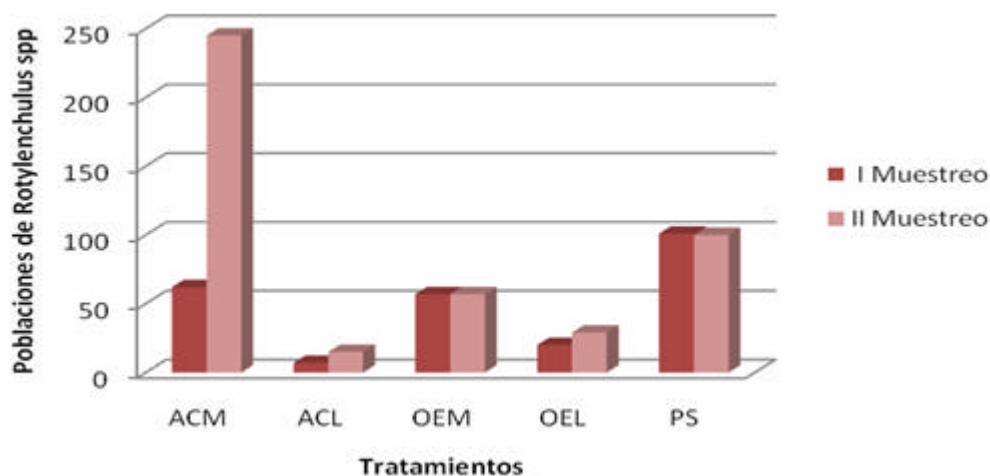


Figura7. Población de *Rotylenchulus* spp en suelo y raíz; en los tratamientos ACM: Alto Convencional Maderable; ACL: Alto Convencional Leguminoso; OEM: Organico Extensivo Maderable; OEL: Organico Extensivo Leguminoso y PS: Pleno Sol. Masatepe, Masaya, 2007-2008.

Cuando se analizaron los tratamientos en cada réplica, hubo diferencias significativas entre los tratamientos sobre las poblaciones de *Rotylenchulus* spp en la réplica el Níspero para ambos muestreos y la réplica Campos Azules en el segundo muestreo.

En el caso de la réplica el Níspero en el primer muestreo el tratamiento donde se registró las más altas poblaciones fue en Orgánico Extensivo Maderable (OEM) con un promedio de 81 individuos en 200g de suelo y 5g de raíz y las más bajas poblaciones en los tratamientos Pleno Sol (PS) y Alto Convencional Leguminoso (ACL) con 3 individuos en 200g de suelo y 5g de raíz.

En el segundo muestreo el tratamiento donde se registró las más altas poblaciones fue en Alto Convencional Maderable (ACM) con un promedio de 450 individuos en 200g de suelo y 5g de raíz y las más bajas poblaciones en el tratamiento Pleno Sol (PS) y Alto Convencional Leguminoso (ACL) con 21 y 24 individuos en 200g de suelo y 5g de raíz respectivamente.

En Campos Azules las poblaciones más altas se registraron en los tratamientos Pleno Sol (PS) y Orgánico Extensivo Maderable (OEM) con un promedio de 282 y 276 individuos en 200g de suelo y 5g de raíz respectivamente y las más bajas fueron los tratamientos Alto Convencional Leguminoso (ACL) y Orgánico Extensivo Leguminoso (OEL) con 18 individuos en 200g de suelo y 5g de raíz respectivamente (Figura 8).

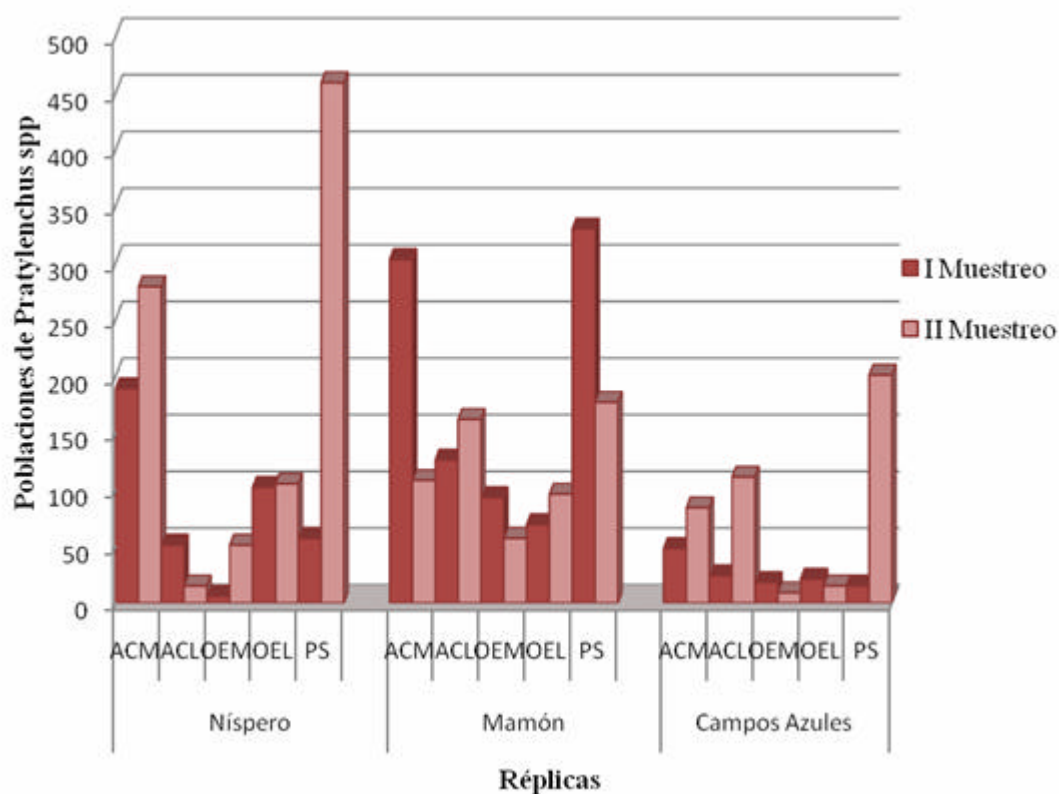


Figura 8. Población de *Rotylenchulus* spp en suelo y raíz; en las réplicas Nispero, Mamón, y Campos Azules en los tratamientos ACM: Alto Convencional Maderable; ACL: Alto Convencional Leguminoso; OEM: Organico Extensivo Maderable; OEL: Organico Extensivo Leguminoso y PS: Pleno Sol Masatepe, Masaya, 2007-2008.

El análisis de contraste lineal mostró que hubo diferencias significativas entre los tratamientos Alto Convencional Leguminoso (ACL) vs Alto Convencional Maderable (ACM) y Convencional vs Orgánico sobre las poblaciones de *Rotylenchulus* en el segundo muestreo.

VII. DISCUSION

7.1. *Meloidogyne* spp.

Con relación a las poblaciones de *Meloidogyne*, registradas durante el estudio es importante mencionar, que las altas poblaciones se registraron en el segundo muestreo (Enero 2008), a pesar de que no hubo diferencias estadísticas en los tratamientos, las poblaciones más altas fueron registradas en los tratamientos Pleno Sol y Alto Convencional leguminoso.

Lo cual sugiere que las altas precipitaciones en los meses anteriores al muestreo, hayan propiciado condiciones favorables como la retención de humedad, Taylor & Sasser, (1983) menciona que el agua es un factor determinante para que las especies de *Meloidogyne* puedan continuar su vida y todas sus actividades en el suelo ya que estos organismos son de hábitos acuáticos; la humedad y temperatura registradas durante el muestreo fueron óptimas para que el ciclo biológico de este género se completara en un menor tiempo por lo cual hubo mayor presión de parasitismo.

Estas condiciones permitieron el desarrollo de éste género; además de presentarse la mayor actividad radical en el cultivo del café (Benjumea *et al.*, 1996). La mayor concentración de nematodos en la región de las raíces se debe primariamente a su mayor tasa de reproducción por la disponibilidad continua del alimento y también a un proceso de atracción de los nematodos por determinadas sustancias liberadas en la rizósfera (Andrés, 2003).

Resultados similares fueron registrados por Balmaceda y Cruz (1998) quienes observaron que a medida que incrementa la humedad en el suelo, se aumentaron las poblaciones hasta alcanzar sus valores máximos en Enero (857,000 individuos / 100 gr de raíz).

Estos resultados coinciden con los encontrados por Rosales, (1995) y Escobar (2008) quienes registraron que *Meloidogyne* alcanza sus mayores poblaciones en los meses de Enero y Febrero.

Estudios recientes realizados en Masatepe, Nicaragua indican que las poblaciones de nematodos fitoparásitos del género *Meloidogyne* presentan las poblaciones más altas en las muestras de suelo y raíz en el cafetal manejado convencionalmente y a plena exposición solar (Escobar, 2008).

Balmaceda y Cruz (1998), señalan que en tratamientos convencionales *Meloidogyne* spp presentó los mayores niveles poblacionales (10,753,8 individuos/ 5 gr de raíz) en comparación con plantaciones orgánicas (Carcache, 2002).

En los tratamientos Convencionales Leguminosos donde se registraron altas poblaciones de *Meloidogyne* su manejo es con alto uso de insumos, según Fernández y Muschler (1999), el uso indiscriminado de diferentes productos sintéticos como Counter (Terbufos); a través del tiempo, ha generado serios problemas que incluyen la resistencia adquirida de la plaga al producto (Collins et al., 1991), la degradación acelerada y pérdida de efectividad del químico (Johnson, 1996), lo cual contribuyó a que se registraran altas poblaciones en los tratamientos manejados de forma convencional.

El uso de sombra de árboles de leguminosas pudo haber tenido algún efecto en las altas poblaciones de *Meloidogyne* en estos tratamientos; Zamora y Soto 1976 plantea que *Inga sp* puede ser un hospedero alternativo de nematodos; además de que pueden desarrollarse en *Samanea saman*, sin embargo durante el estudio la influencia de las leguminosas no fue apreciable, puesto que en tratamientos orgánicos con sombra de leguminosas las poblaciones fueron bajas, por lo cual se cree que el manejo contribuyó a que se registraran altas poblaciones, por lo cual no se puede ser concluyente y se debe estudiar más a fondo como se comportan las poblaciones de nematodos en árboles leguminosos.

De acuerdo a los resultados obtenidos, existe un efecto en el aumento poblacional de *Meloidogyne* en tratamientos a Pleno Sol. Se ha demostrado que bajo estas condiciones este género tiene habilidad para incrementar sus poblaciones de manera crítica en las raíces del café (Guharay et al., 2000).

Las plantaciones de café a pleno sol se caracterizan usualmente por una mala protección del suelo, baja restitución de la materia orgánica, bajo reciclaje de nutrientes. La situación anterior da como resultado un medio poco favorable para el crecimiento de las raíces debido a la compactación del suelo. Posiblemente el desarrollo de estas condiciones edáficas desfavorables incrementa la incidencia de plagas y enfermedades (nematodos) que atacan el sistema radical del café (Bertrand et al., 1999).

Además en el tratamiento pleno sol se realizan fuertes aplicaciones de insumo sintéticos, tanto para manejo de plagas y enfermedades como para fertilización. Según Eno et al., 1995, el efecto de productos químicos para el control de organismos nocivos, ha conllevado al incremento de éstos.

Otro aspecto que podría propiciar las altas poblaciones presentadas por *Meloidogyne* en plantaciones a pleno sol es su característica de endoparásito sedentario que le permite sobrevivir dentro de la planta a altas temperaturas, por la humedad que el hospedero mantiene en sus raíces (Rosales et al., 1996).

Cabe destacar que durante el estudio *Meloidogyne* registró las menores poblaciones en los tratamientos orgánicos. Villain et al., (1999) menciona que el uso de enmiendas orgánicas aumentan la disponibilidad de los nutrientes y mejoran la capacidad de campo del suelo, de manera que la planta mejora su crecimiento e incrementa la tolerancia a los nemátodos, debido a que ésta desarrolla mayor cantidad de raíces. Sin embargo, el mecanismo de acción puede suceder por la liberación de compuestos nematocidas o nematostáticos y/o fomentando el desarrollo de organismos antagonistas del nematodo (Rodríguez-Kábana, 1991).

Producto de la alta acumulación de materia orgánica se presenta una mayor actividad microbiana (Zelaya *et al.*, 1996). Estos factores influyen de una manera positiva en la disminución de las poblaciones de nematodos fitoparásitos, al producir competencia por nutrientes entre la variedad de microorganismos presentes en el suelo.

Las poblaciones de *Meloidogyne* spp registradas en muestras de raíz, fueron relativamente más altas que las encontradas en las muestras de suelo, obedeciendo probablemente esto a la biología misma de este género, que es la de ser un nematodo endoparásito que pasa gran parte de su ciclo habitando las raíces del cafeto (Taylor & Sasser, 1983).

7.2. *Pratylenchus* spp

Durante el estudio, las poblaciones más altas de *Pratylenchus* se registraron en tratamientos convencionales y a Pleno Sol. Resultados similares fueron reportados por Hernández (2002), quien encontró que las poblaciones de *Pratylenchus* eran más altas en sistemas convencionales.

Escobar (2008), menciona que las mayores poblaciones de *Pratylenchus* se registraron en café a plena exposición solar; mientras que Guharay *et al.*, (2000) asegura que *Pratylenchus coffeae* logra sobrevivir en la plantación con sombra, pero con poblaciones bajas.

Araya (1994), sugiere que por el hecho de que los nematodos son microorganismos poikilotérmicos, las temperaturas altas les favorecen para su reproducción, lo que podría explicar en parte el comportamiento de las mayores poblaciones en cafetales a pleno sol.

Las poblaciones mas bajas de *Pratylenchus* se registraron en los tratamientos orgánicos. Araya, (1994) señala que, en sistemas agroforestales de café, los niveles altos de materia orgánica en el suelo, permiten mantener poblaciones de *Pratylenchus* spp por debajo de los niveles críticos, de igual manera la reducción de estrés ambiental que provee la sombra, incrementa la tolerancia de las plantas de café a la infestación de estos nematodos.

La materia orgánica proveniente de árboles de sombra ayuda a mejorar la fertilidad del suelo. Estos efectos favorables de la sombra tienen repercusión sobre la tolerancia de los cafetos al ataque de nematodos (Sayre, 1971).

Cuando se comparan las poblaciones de *Pratylenchus* con *Meloidogyne*, registradas en este estudio, es importante notar que *Pratylenchus* spp registró poblaciones bajas con respecto a *Meloidogyne*. Rosales *et al.*, 1996 reportaron que en los cafetales de la IV region en Nicaragua a menudo se encuentra mezcladas poblaciones de *Meloidogyne* y *Pratylenchus*; altas poblaciones de un género coinciden con bajos niveles poblacionales en el otro.

Según Rojas (1983); Araya-Vargas (1990), el hecho de que las densidades poblacionales de *Pratylenchus* spp, sean menores que las de *Meloidogyne* spp, se debe al efecto de una alternancia en la predominancia entre los dos géneros, de tal manera que una mayor presencia de *Meloidogyne*, induce a bajas densidades de *Pratylenchus*. Estos autores lo explican por el hecho de que ambos géneros son endoparásitos (uno sedentario y el otro migratorio) y compiten por sitios de alimentación a lo largo del rizo plano, al final uno de estos géneros sale perjudicado.

Durante el estudio *Pratylenchus* no manifestó niveles críticos de infestación, pero si infestaciones medias. Pinochet *et al.*, (2000), consideraron que el nivel crítico de infestación para el caso de poblaciones de *Pratylenchus* son 50 individuos por 250 g de suelo. Sin embargo en Nicaragua no existen estudios que indiquen el nivel crítico de infestación para el caso de nematodos.

7.3. *Rotylenchulus* spp

Las poblaciones de *Rotylenchulus* spp, registradas durante el estudio son más bajas que las registradas para *Meloidogyne* y *Pratylenchus*, sin embargo este género fue registrado tanto en muestras de raíces como de suelo.

Es importante mencionar que las poblaciones de este género no mostraron un comportamiento similar en los tratamientos evaluados, especialmente el tratamiento Pleno Sol, sobre todo cuando analizamos el comportamiento de este género en cada réplica.

Las mayores poblaciones de este género, se presentaron en tratamientos con sombra de árboles maderables, manejados con insumos químicos. Carcache (2002); encontró poblaciones de *Rotylenchulus* spp en cafetales bajo manejo convencional registrando poblaciones medias.

Resultados similares fueron encontrados por Escobar 2008, quien registró poblaciones medias de *Rotylenchulus* en tratamientos convencionales y sombra de árboles maderables.

Las poblaciones más bajas de este género se encuentran en tratamientos con sombra de árboles leguminosos. Los árboles asociados al cultivo de café aportan al sistema nutriente provenientes de sus ramas y hojas en el caso de las leguminosas; otro aspecto importante es la regulación del microclima dentro del sistema agroforestal el cual puede prevenir el desarrollo de plagas y enfermedades (Andrew *et al.*, 2000).

Las poblaciones de *Rotylenchulus* spp se encontraron bajas, en comparación con las poblaciones de *Meloidogyne* spp. Sin embargo no se pueden subestimar (Araya, 1994) explica que en condiciones tropicales, las poblaciones de nematodos resultan ser altas y más severas por la ausencia de cambios climáticos, que motiven la reducción de sus poblaciones.

Schenck and Smitt (1992) han concluido que el cultivo café es un pobre hospedante de *Rotylenchulus reniformis*, aunque estos nematodos son encontrados a menudo en muestras de suelo colectadas de plantaciones de café.

Resultados de otros estudios han evidenciado la presencia de este género en plantaciones de café, pero a pesar de ello en el caso de *Rotylenchulus reniformis*, su presencia en muestras de café no constituyen información útil, por que el rango de hospedantes puede incluir malezas o plantas tales como árboles comunes en las plantaciones de café (Souza, 2008).

La presencia de este género en los cafetales de Nicaragua, requiere de mayor atención y estudios que permitan evidenciar la interacción de *Rotylenchulus reniformis* y el cultivo del café, determinando a través de dichos estudios si este género reduce la producción, causando pérdidas económicas en el cultivo.

VIII. CONCLUSIONES

Meloidogyne spp, presentó altas poblaciones comparada con las poblaciones de *Pratylenchus*.

Las poblaciones de *Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp, registradas durante el estudio fueron más altas en Enero-Febrero 2008.

Las poblaciones de *Pratylenchus* spp, fueron relativamente bajas en el período evaluado. *Meloidogyne* registro de (0 - 29,670 individuos en 200g de suelo y 5g de raíz) y *Pratylenchus* (0 - 1,365 individuos en 200g de suelo y 5g de raíz).

En muestras de suelo y raíz *Rotylenchulus* spp fue registrado en poblaciones bajas.

En general las poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del café, principalmente *Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp mostraron diferentes comportamientos ante los diferentes sistemas de manejo (tratamientos) evaluados en este estudio.

Las poblaciones de *Meloidogyne* spp presentes en suelo y raíz fueron altas en los tratamientos Alto Convencional Leguminoso y Pleno Sol, y las poblaciones se registraron bajas en el tratamiento Orgánico Extensivo Leguminoso.

Las poblaciones de *Pratylenchus* spp fueron altas en los tratamientos Plenos sol y Alto Convencional Maderable y se registraron bajas poblaciones en el tratamiento Orgánico Extensivo maderable.

El comportamiento de las poblaciones de *Rotylenchulus* spp, no fue constante en los diferentes sistemas de manejo evaluados.

Con base a los resultados obtenidos en este estudio durante 2007-2008, los sistemas Convencionales influenciaron altas poblaciones y los Orgánicos bajas poblaciones de los nematodos fitoparásitos de importancia económica en el cultivo del café.

Al comparar los diferentes sistemas, en el caso de *Meloidogyne* se registró diferencias significativas entre los sistemas de manejo Alto Convencional Maderable *vs* Alto Convencional Leguminoso (ACM+ACL) y entre Plenos sol *vs* Sombra (PS+S).

Cuando se compararon los sistemas en el caso de *Pratylenchus*, hubo diferencias significativas entre Pleno sol *vs* Sombra (PS+S).

IX. RECOMENDACIONES

Realizar estudios histopatológicos de *Meloidogyne* spp que determinen el estatus de hospedante de los árboles de sombra en los cafetales del Pacífico Sur de Nicaragua.

Determinar el estatus de parasitismo de *Rotylenchulus* spp en las plantaciones de café.

Evaluar el efecto de las enmiendas orgánicas en el comportamiento de las poblaciones de *Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp en las plantaciones de café con manejo orgánico.

Evaluar la dinámica poblacional temporal y espacial de las poblaciones de *Meloidogyne* sp y *Pratylenchus* spp en plantaciones de café bajo diferentes sistemas de manejo.

X LITERATURA CITADA

- Acosta, O. 1990. Nematodos del Cafeto. En: informe final del resultado 14. Tecnología integral del cafeto. ACC. (Ciudad de la Haba).
- Agrios, G. 1997. Plant Pathology. 4 th ed. Academic press. San Diego, California. USA. 635 p.
- Aguilar, A; Beer, J; Vaast, P; Jiménez, C; Kleinn, C. 2002. Desarrollo del Café Asociado con Eucalyptus Deglupta o Terminalia Ivorensis en la etapa de establecimiento. Agroforestería en las Américas. 8 (30): 28-31.
- Andrés, M. 2003. Nematodos Parásitos de Plantas en Suelos Agrícolas. La Revista Profesional de Sanidad Vegetal, Phytoma España, N° 149. p. 33-42.
- Andrews; Karlen, L; Mitchell, P. 2000. A comparison of soil quality indexing methods for vegetable production systems in Northern California. Agriculture, Ecosystems and Environment. p 90: 25-45.
- Anzueto, F. 1993. Etude de la Résistance du caféier *Coffea* sp. À *Meloidogyne* sp. et à *Pratylenchus* sp. Rennes, France: Ecole Nationale Agronomique de Rennes, PhD thesis.
- Anzueto F; Molina A; Figueroa P; Martinez A. 2000. Situación de los Nemátodos del Cafeto en Guatemala. In Memoria: Taller Mejoramiento Sostenible del Café Arabica por los Recursos Genéticos, Asistido por los Marcadores Moleculares, con Énfasis en la Resistencia a los Nemátodos. F. Anthony & E. Rodríguez eds, CATIE/IRD. San José, CR. p. 39.
- Araya, M. 1994. Distribución y Niveles Poblacionales de *Meloidogyne spp.* y *Pratylenchus spp.* en ocho cantones productores de café en Costa Rica. Agronomía Costarricense. p. 183-187.
- Araya – Vargas, M. 1990. Frecuencia y Densidad Poblaciones de *Meloidogyne spp* y *Pratylenchus spp* en Cafetales del Cantón de Turrialba Cartagena, Agronomía Costarricense. CR. P. 109-144.
- Avelino, J; Zelaya; Hordoñez, M; Merlo, A. 1997. Encuesta Diagnostico sobre la Roya anaranjada del Cafeto en Honduras In Simposio latinoamericano de Caficultura (1997, San Jose, CR). Memorias. IICA PROMECAFE. P 379-385.
- Balmaceda, R.M; Cruz, S. SA. 1998. Comportamiento de Nemátodos Fitoparásitos Asociados a Diferentes Sistemas de Manejo de Café. Masatepe, Masaya. Tesis, Lc en Ecología. Universidad Centro Americana, U.C.A. 67 pág.

- Beer, J; Muschler, D; Kassy, E; Somarriba. 1998. Shade Management in Coffee and Cacao Plantations. *Agroforestry Systems*. p. 38, 139-164.
- Benjumea, C; Sánchez de P; y Miranda, J. 1996. Estimación de la Actividad Microbiana en tres Agrosistemas en rozo Valle. Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. Colombia. En *Boletín Técnico* Vol. 7. p. 7-9.
- Bertrand, B; Anzueto, F; Anthony, F; Eskes, A. 1995. Genetic Improvement of Coffee for Resistance to root-knot nematodes (*Meloidogyne* sp.) in Central America. *In: Proceedings of the XVI Scientific Colloquium on Coffee, ASIC, 1995. Kyoto, Japan: ASIC*. p. 630-636.
- Bertrand, B; Aguilar, G; Santacreo, R; Anzueto, f. 1999. El Mejoramiento Genético en América Central. En: Bertrand Rapidel B y B (eds) *Desafíos de la Caficultura en Centroamérica* (pp 407-456). IICA-PROMECAFECIRAD - BERTRAND, B.
- Bornemisza, E; Collinet, J; Segura, A. 1999. Los Suelos Cafeteros de América central y su fertilización. *Desafíos de la caficultura en Centro América. IICA; PROMECAFE; CIRAD; IRD. San José. CR. P. 97-137.*
- Boyce, J; Fernández, g; Furst, E; Segura, B. 1994. *Café y Desarrollo Sostenible del Cultivo Agroquímico a la Producción en Costa Rica*. p. 69.
- Busquets, J; Sorribas, J; Verdejo, S. 1994. Potencial de Reproductor del Nematodo *Meloidogyne* spp en Cultivos Hortícola. *Investigación agraria. Producción y Protección Vegetal*. p. 493-494.
- Campos, C; Sivapalan, P; Gnamapragasam, N. 1990. Nematodes Parasites of Coffee, Cocoa and tea in: *Plant-parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture* Editado por M luc; R A sikora y Bridge Wallindford, UK CAB internacional. p 113-126.
- Cannell, M. 1985. Phisiology of Coffee Crop en: Clifford M.N. Willson, K. c (eds). *Coffee Botany Biochemistri and Productions of Beans and Beverage*. Com Helm, Londón. p 108-134.
- Carcache M. 2002. Microorganismos no Patógenos Predominantes en la Filosfera y Rizosfera del Café y su Relación sobre la Incidencia de Enfermedades Foliares y Población de Nematodos fitoparásitos en los Sistemas Convencional y Orgánico, Turrialba, CR. p. 94.
- Carneiro, R; Carneiro, R; Abrantes, o; Santos, M; Almeida, M. 1996. *Meloidogyne paranaensis* sp. (Nemata: Meloidogynidae) a root-knot Nematode Parasitizing Coffee from Brazil. *Journal of Nematology* **28**, 177–89.
- CETREX, 2008. Estadísticas de Café 2007-2008. (En línea). Managua, consultado el 10 de octubre. Disponible en <http://www.cetrex.com.ni/website/servicios/cafe/cafe78.jsp>.

- Collins, P; Treverrow and Lambkin. 1991. Organophosphorus Insecticide Resistance and its Management in the Banana Weevil Borer, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae), in Australia. Crop Prot. p. 10:215-221.
- Crozzoli, R.; Perichi, G.; Perez, D. y Espinosa, M.(2006): Response of some legumes to Venezuelan population of root knot nematode *Meloidogyne mayaguensis*. *Nematropica*. 36(2): 120.
- Davide, R. 1996. Overview of Nematodes as a Limiting Factor in Musa Production. In: Frisón E. A; Horry J: P; d. D. E wade (eds) new frontiers in resistance breeding for nematode, fusarium and Sigatoka. INIBAP; Montpellier Francia. p. 27-31.
- De Vay, J. 1991. Soil Solarization in West Cameroon: Effect on Weed Control Some Chemical Properties and Pathogens of the Soil. Acta Horticulturae No. 255, p.169-175.
- Dropkin, V. 1980. Introduction to Plant Nematology. Department of Plant Pathology. University of Missouri, Columbia. A Wiley Inter Science Publication. USA. 293 p.
- Duponnois, R; Founoune, H; Planché, Ch; Neyra, M; Ducousse, M. 1999. Ectomycorrhization of *Acacia holosericea* A. Cunn. ex G. Don by *Pisolithus* spp. in Senegal: Effect on Plant Growth and on the root-knot Nematode *Meloidogyne javanica* 345–350.
- Ecos del Café, PR. 2008. Enfermedades del Cafeto. (en línea). Consultado el 10 de Octubre. Disponible en <http://academic.uprm.edu/mmonroig/id52.htm>.
- Eno, C; Blue W; Good, J. 1995. The effect of anhydrous ammonia on nematodes, fungi, bacteria, and nitrification in some Florida soils. Proc. Soil Science Society of America. p 19: 55-58.
- Escobar, M. 2008. Poblaciones de Nematodos Fitoparásitos Asociados a Diferentes Sistemas de Manejo de Café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (Ciclo 2006-2007). Tesis, Ing. Agr. Nicaragua, Universidad Nacional Agraria, U.N.A. p. 69.
- Fernández, E; Acosta, O; Pérez, I. 1993. Manejo Integrado de Nemátodos del Género *Meloidogyne* en el Cafeto. VIII forum Nacional de Ciencias y Técnicas. Ciudad de la Habana. p. 75.
- Fernández, C; Muschler, R. 1999. Aspectos de la Sostenibilidad de los Sistemas de Cultivo de Café en América Central. In: Bertrand, B. rapidel, B. (eds). Desafíos de la Caficultura en Centroamérica. IICA_PROMECAFE_CIRAD. p. 69-96
- Figueroa, R; Fischersworring, B; Roßkamp, R. 1996. Guía para la Caficultura Ecológica: Café Orgánico. Lima, Perú. Novella Publigráf S.R.L. 171 p.

- Guharay, F; Monterroso y Staver C. 2000. Manejo Integrado de Plagas en el Cultivo del Café. Manual Técnico n ° 44, CATIE, Managua, Nicaragua y Turrialba, Costa Rica, 267 p.
- Gutierrez, Y; Barrios, M; Moraga, P; Monzon, A. 2003. Antracnosis, seria amenaza. Boletín informativo # 2: Grupo Café Nicaragua. Managua, Nicaragua. 13p.
- Haggar, J; Staver, C. 2001. ¿Cómo Determinar la Cantidad de Sombra que Disminuya los Problemas Fitosanitarios de Café? Agroforesteria en las Américas 8 (29); p. 42-45.
- Heald, C. 1995. Pathogenicity and Histopathology of *Rotylenchulus reniformis* infecting cantaloupe. Journal Nematology 7. p. 149-152.
- Hernández, A. 2002. Étude de la variabilité et interspécifique des nematodes du genre *Meloidogyne* parasites de café irs en Amérique Centrale. These Dosteur. Académie de Montpellier. III (FR). 78 p.
- Herrera, I. 1995. Efecto del Uso de Coberturas Vivas de Leguminosas en el Control de Nematodos Fitoparásitos del Café en la IV región de Nicaragua. CATIE. Turrialba. 69 p.
- Herrera, I; Monzon, A; Mendoza, R. 2002. Hoja Técnica del Nemátodo. Folleto sin publicar. UNA. Managua, Nicaragua.
- Hernández, A. 1997. Étude de la variabilité intr et interspécifique des nematodes du genre *Meloidogyne* parasites des caféirs en Amérique Centrale These de Docteur Académie de Montpellier II (FR). 101 p.
- IHCAFE, (Instituto Hondureño del café). 1990. Manual de Plagas y Enfermedades del Café. 1ra ed. Tegucigalpa, Honduras. 61 p.
- IICA/PROMECAFE.1 1997. Memoria XVIII Simposio Latino Americano de Caficultura. San José. CR. 542 p.
- ICAFE - MAG. 1989. Manual de Recomendaciones para el Cultivo del Café. P 122.
- INETER, (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales), 2008-2009. Datos Climáticos del Centro Experimental Campos Azules y Jardín Botánico, IV Región Masatepe, Masaya.
- Jaehn, A. 1990. Asesoría sobre Nematodos de Café en el Área Centroamericana. Promecafé. Guatemala. 17 p.
- Jimenez, L. 1987. Fluctuacion Estacional de *Meloidogyne incógnita* y *R. reniformis* en papaya. Revista Turrialba 37(2). p. 165-170.

- Johnson, A. 1996. Degradation of Nematicides in Agricultural Production soils. *Nematropica*. 26(3):208-209.
- Kubo, R; Silva, R; Tomazini. 2003. Patogenicidade de *Pratylenchus coffeae* em plantulas de cafeeiro cv. Mundo Novo. *Fitopatol Bras*. p. 28: 41-48
- Lamberti, F.1979. Economic Importance of *Meloidogyne* spp. *In*: subtropical and Mediterranean climates. Lamberti, F. and Taylor, C.E. (Eds.) *Root-knot nematodes (Meloidogyne species): Biology and Control*, pp. 341-357. Academic Press, London.
- Lidell, C. 1997. Abiotic Factors and soilborne diseases. *In* R.J.Hillocks; J.M.waller (eds.). *Soilborne diseases of tropical crops*. Wallingford, CAB Internacional. p. 365-376.
- López de León, F; Mendoza, D. 1999. *Manual de Caficultura Orgánica*. Guatemala. Asociación nacional del café. 69 p.
- Luc, M; Sikara, R; Bridee, J. 1990. *Plants Parasitic Nematodes in Subtropical land Tropical Agriculture*. CAB International Institute of Parasitology.
- Lutzeyer, H; Kroschel, J; y Sauerborn, J; 1994. *Orobanche crenata* in legume cropping: farmers perception, difficulties and prospects of control - a case study in Morocco. *En*: Pieterse, A.H., Verkleij, J.A.C. & ter Borg, S. J., eds. *Biology and Management of Orobanche. Proc. of the Third Int.Workshop on Orobanche and related Striga research*. Amsterdam, Países Bajos, Royal Tropical Institute. p. 432-441.
- Magunacelaya, J; y Dagnino, E. 1999. *Nematología Agrícola en Chile*. Serie Ciencias Agrnómicas, Universidad de Chile. Fac. De Ciencias agronómicas n°2. Santiago. 289p.
- Mateille, T. 1993. Effects of Banana-Parasitic Nematodes on *Musa acuminata* (AAA group) cvs. Poyo and Gros Michel in vitro plants. *Tropical Agricultura*. p.70: 325-331.
- MIFIC (Ministerio de Fomento, Industria y Comercio), 2005. Dirección de Políticas Comerciales Externas (DPCE) Departamento de Análisis Económico. *El Café en Nicaragua 2005*. Managua, Nicaragua. p 8.
- Monteiro, A; Lordello, L. 1974. Encontro do Nematóide *Pratylenchus coffeae* atacando cafeeiro em Sao Paulo. *Revista de Agricultura (Piracicaba, Bra.)* 49: 164.
- Muschler, R. 1997. Shade or sun for ecologically sustainable coffee production: a summary of environmental key factors. *En*: III Semana Científica del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba. p. 109-112.

- Netscher, C; Sikora, R. 1990. Nematodes Parasites of Vegetables. In Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. M. Luc, R.A. Sikora and J. Bridge, (Eds). C.A.B. International, Wallingford, U.K. p. 237-283.
- Noir, S; Anthony, F; Bertrand, B; Combes, M; Lashermes, P. 2003. Identification of a major gene (Mex-1) from *Coffea canephora* conferring resistance to meloidogyne exigua in *Coffea arabica* Plant Pathology. p. 52: 97-103.
- Page S and Bridge J. (1993) Plant nematodes and sustainability in tropical agriculture. Exp. Agric 29: 139-154
- Pavan, M. 1983. Efeito toxico de aluminio em cafeeiros .In Actes du Dixième colloque scientifique International du café á Salvador de Bahia. París, Francia, Jauve. p. 417-482.
- Pinochet, J; Ventura, O. 1980. Nematodes Associated with Agricultural crops in Honduras. Turrialba. 37: 137-146 p.
- Pinochet, J; Guzmán, R. 1986. Nematodos Asociados a Cultivos Agrícolas en El Salvador, Su importancia y manejo. Turrialba. 37 (2): 137-146.
- Pinochet, J; Fernández, C; Calvet, A; Hernández-Dorrego, A. 2000. Selection Against *Pratylenchus vulnus* populations attacking prunus rootstocks. HortScience. 35(7): 1333.1337
- Robson, A. Abbott, L. 1988. The effect of soil acidity on microbial activity in soils. In .A.D. Robson (ed.). Soil Acidity and plant Growth . New cork, EE.UU; Academia press.p.139-166.
- Rice, R. 1996. Coffee Modernization and Ecological Changes in Northern Latin America. Tea&Coffee Trade Journal 168(9):104-113.
- Rodríguez-Kabana, R; Kokalis-Burello, N. 1997. Chemical and Biological control. In R.J.Hillocks ;J.M.Waller (eds.) Soilborne diseases of tropical crops. Wallingford,CAB internacional . p. 397-418.
- Rojas, V. 1983. Reconocimiento de los Géneros de Nematodos que Afectan el Cultivo del Café (*Coffea arabica*) en el cantón de San Carlos. Prácticas de especialidad, Ing. Agr. San Carlos, Instituto Tecnológico de CR. 51 p.
- Rosado-Arroyo, Y. 2005. Efecto de Practicas Agrícolas Sustentables en el Manejo de Nematodos Fitoparásitos en Calabaza (*Cucurbita moschata* Dutch.). Tesis de Maestría. Universidad de Puerto Rico. Mayagüez, Puerto Rico. 101 p.
- Rosales, M. 1980. Dinámica Poblacional De Los Nematodos Asociados Al Cultivo Del Café En La IV Región. Centro Experimental Del Café Mauricio Lopez Munguia. Masatepe. MIDINRA.

- Rosales, J. 1995. Importancia de los Nematodos; su muestreo: en el Café de Nicaragua. N° 4, Boletín trimestral. Vice gerencia de investigación y extensión cafetalera. UNICAFE. p: 17-28.
- Rosales, J; Blandón, A; García, P. 1996. Nematodos En: Manual de Caficultura de Nicaragua. UNICAFE, Nicaragua. p. 155- 163.
- Samayoa, J. 1999. Desarrollo de Enfermedades en Café Bajo Manejo Orgánico y Convencional en Paraiso, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Pag 29.
- Samayoa y Sánchez J. 2000. Enfermedades Foliares en Café Orgánico y Convencional. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). p. 58: 9-19.
- Sasser, J.N. 1979. Economic Importance off *Meloidogyne* in Tropical Countries. In: Lamberti, F.and C.E. Taylor(eds): Rootknot nematodos. London. Academic press. p: 360-374.
- Sayre, R. 1971. Biotic influences in soil environment. In: Zuckerman BM, Mai WF, Rohde RA (eds) Plant parasitic nematodos, vol 1: Morphology, anatomy, taxonomy and ecology. Academic Press, London.
- Segura, M. 1994. Cuantificacion del Aporte de Materia Seca y Nutrimientos del Material de Poda en Cafetales al Sol y Bajo Sombra Regulada. Informe anual de labores 1993.convenio, ICAFE-MAG. Heredia, Costa Rica.p 11-16.
- Seinhorst, J .W .1962 b. Modifications of the elutriation method for extracting nematodes from soil. Nematologica 8, 117-128.
- Sequeira, F. 1977. Muestreo de Nematodos Fitoparásitos en dos Zonas Cafetaleras de Nicaragua. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. Folleto, 13 p.
- Sequeira, A; Hidalgo, O. 1979. Control del Minador de la hoja del Cafeto (*Leucoptera coffeella* Guer). Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Managua, Nicaragua. 18 p.
- Souza, G. 1965. Problems of nematology in coffee in South India Indian Coffee. 29(7):22-23.
- Souza, R.M. 2008. Other Coffee-Associated Nematodes. *In* Plant Parasitic Nematodes of Coffee. Ed. Prof Ricardo M. Souza. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. CCTA/Lab Entomologia e Fitopatologia. Brazil. 209-222 p.

- Schenck, S; Schenck, D. 1994. Determination of a management of strategy for nematodes pest of Hawaiian coffee. *Integrated Journal Pest Management* 40: 283-285.
- S´Jacob, J; Bezoojen, V. 1977. *A Practical Work for Nematology*. Laboratorie Nematologie. Binnenhaven 10. Wagenengen, Holland.
- Stitling, G. R. 1991. Biological control of plant parasitic Nematodes progress, problems and prospect. C. A. B. international, Wallingford UK. 1-282 p.
- Taylor A. L; Sasser J. N. 1983. Biología, Identificación y control de los Nemátodos de nódulos de la raíz. Proyecto Internacional de *Meloidogyne*. Publicación cooperativa entre el departamento de Fitopatología de la Universidad de Estado de Carolina del Norte y la agencia de EEUU para el desarrollo Internacional. Carolina del Norte.
- Teliz, O.G; Castillo y Daniel, N. 1993. La Corchosis del cafeto en México. Resúmenes XVI Simposio de caficultura Latinoamericana. Managua, Nicaragua. Octubre 93. IICA/PROMECAFE. 34 p.
- Toruan-Mathius, N; Pancoro, A; Sudarmadji, D. 1995. Root Charasteristics and molecular polymorphisms associated with resistance to *Pratylenchus coffeae* In Robusta coffee, Menara Perkebunan 63: 43-51.
- UNA, 2008. Diplomado: Sistema de Calidad en la Producción de Café. (en linea). Managua, Nicaragua. Consultado el 20 de Noviembre, disponible en http://www.una.edu.ni/index.php?option=com_content&task=view&id=165[http://](http://www.una.edu.ni/index.php?option=com_content&task=view&id=165)
- Unicafe, 1996. Manual de caficultora de Nicaragua. Editorial CENACOR. Managua, Nicaragua. p. 31-141.
- Vasst, P y Snoeck, D. 1999. Hacia un manejo sostenible de la materia organica y de la fertilidad biologica de los suelos cafetaleros. En Bertrand, B; Rapiol ds. Desafios de la caficultura en Centroamerica. San Jose, CR. (IRAD, IICA). p. 131-169.
- Villain, L; Anzueto, F; Hernández, A; Jean, S. 1999. Los Nematodos Parásitos del Café. In Desafios de la Caficultura en Centroamérica. B. Bertrand & B. Rapidel eds, IICA-CIRAD/CATIE, San José, p. 327-367.
- Villain, L; Baujard, P; Anzueto, F; Hernandez, A; Sarah, J. 2002. Integrated Protection of Coffee Plantings in Central America against nematodes. *Plantations Recherche Développement* (Special Issue: Research and Coffee Growing). p. 118–33.
- Willson, K. 1985. Mineral Nutrition and Fertiliser Needs. In Clifford, M; Willson, K Eds. Coffee, Botany, Biochemistry an Production of Beans and Beverage. Great Britain. Croom Helm. P. 135-156.
- Wrigley, G. 1988. Coffee. Nueva Cork, EE.UU. Longman Scientific & Technical y Wiby & Sons.

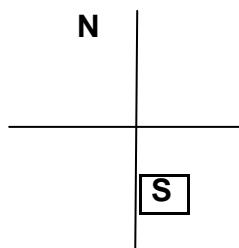
- Young, T. 1954. An incubation method for collecting migratory endoparasitic nematodes, plant Dis .Reptr 38,794-795.
- Zamora, G; Soto, B. 1976. Árboles Usados como Sombra para Café y Cacao. Revista Cafetalera (Guatemala), Octubre-Noviembre. p. 27-32.
- Zelaya, D; Mendoza, H; Jarquín, O. 1996. Manejo de sombra en los Cafetales En: Manual de Caficultura de Nicaragua. Pag. 83- 88.

XI. ANEXOS

Anexo 1. Esquema gráfico de la Réplica El Níspero, Jardín Botánico, Masatepe, Masaya.

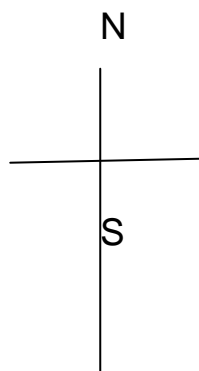
Psol- CE	Psol- AC	
CE Tabebuia rosea + Samanea saman	OE Tabebuia rosea + Simarouba glauca	AC Tabebuia rosea + Simaouba glauca
OI Tabebuia rosea + Samanea saman	OI Tabebuia rosea + Simarouba glauca	CE Tabebuia rosea + Simarouba glauca
CE Inga laurina + Simarouba glauca	AC Inga laurina + Samanea saman	CE Inga laurina + Samanea saman
OI Inga laurina + Simarouba glauca	AC Inga laurina + Samanea saman	OE Inga laurina + Samanea saman

AC: Alto convencional, **CE:**convencional extensivo, **OI:**orgánico intensivo,**OE:**orgánico extensivo



Anexo 2.- Esquema gráfico de la Réplica El Mamón, Jardín Botánico, Masatepe, Masaya.

Pleno sol-CE	AC Tabebuia rosea + Simaouba glauca
Pleno sol- AC	OI Tabebuia rosea + Simarouba glauca
	CE Tabebuia rosea + Simarouba glauca
	OE Tabebuia rosea + Simarouba glauca
	OE Inga laurina + Samanea saman
	CE Inga laurina + Samanea saman
	OI Inga laurina + Samanea saman
	AC Inga laurina + Samanea saman
	OI Tabebuia rosea + Samanea saman
	CE Tabebuia rosea + Samanea saman
	OI Inga laurina + Simarouba glauca
	CE Inga laurina + Simarouba glauca

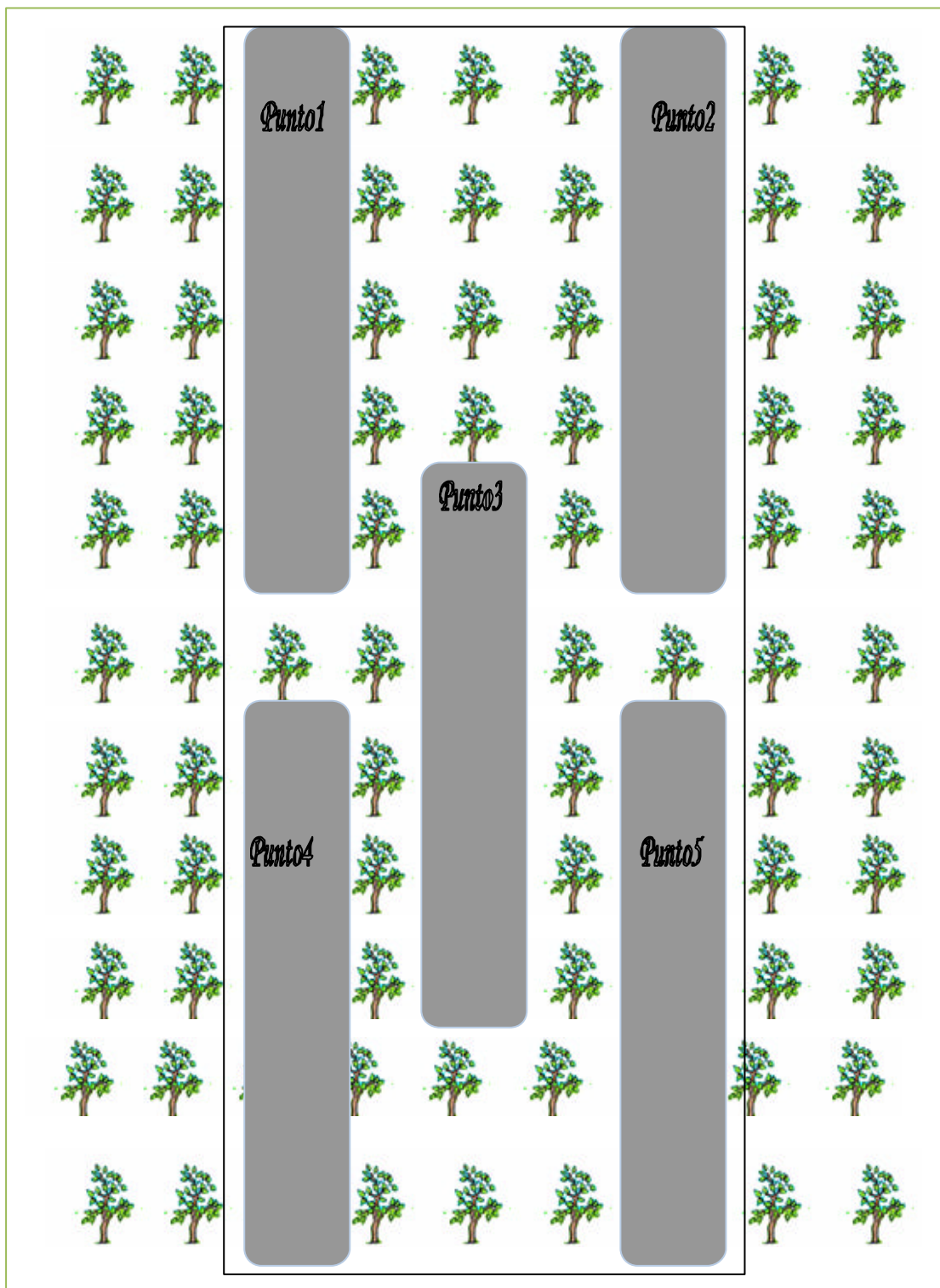


Anexo 3.- Esquema gráfico de la Réplica Campos Azules (CECA).
Masatepe, Masaya.

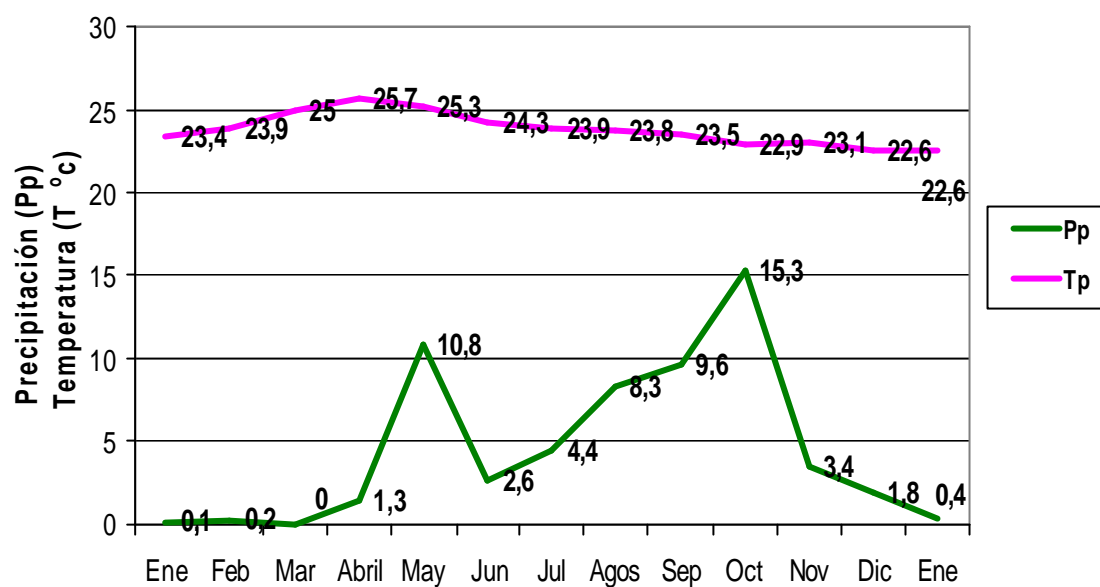
			Pleno sol CE
			Pleno sol AC
CE Inga laurina + Simarouba glauca	CE Tabebuia rosea + Simarouba glauca	OE Tabebuia rosea + Simarouba glauca	
OI Inga laurina + Simarouba glauca	OE Tabebuia rosea + Simarouba glauca	AC Tabebuia rosea + Simarouba glauca	
CE Tabebuia rosea + Samanea saman	OE Inga laurina + Samanea saman	CE Inga laurina + Samanea saman	
OI Tabebuia rosea + Samanea saman	AC Inga laurina + Samanea saman	OI Inga laurina + Samanea saman	

AC: Alto convencional, **CE:**convencional extensivo, **OI:**orgánico intensivo,**OE:**orgánico extensivo

Anexo 4. Esquema de muestreo de nematodos fitoparásitos en las réplicas el Níspero; Mamón y Campos Azules en Julio 2007 y Enero 2008.



Anexo 5. Comportamiento de la precipitación y temperatura durante el periodo 2007-2008, Masatepe, Masaya (INETER, 2008).



INETER, Boletín mensual Julio 2007, Enero 2008.

Anexo 6. Extracción de nematodos en las réplicas el Níspero; Mamón y Campos Azules en Julio 2007 y Enero 2008.

6.1. Extracción de nematodos de suelo:

1. La muestra de suelo, se homogenizó y luego se pasó por una zaranda para eliminar restos vegetales y piedras.
2. Del suelo bien homogenizado se seleccionaron 200g y se depositaron en un recipiente conteniendo 1 litro de agua.
3. Se agitó la suspensión de suelo y se dejó en reposo por 30 segundos.
4. El sobrante de la suspensión fue decantado cuidadosamente sobre los cuatro tamices (en orden descendente 0.425, 0.250, 0.180, 0.045 mm de diámetro).
5. El sedimento que queda en el recipiente se volvía a lavar hasta dos veces para asegurar que los nematodos no quedaran en este.
6. El sedimento retenido en los dos tamices superiores (0.425 y 0.250 mm) se lavó con una pizeta sobre los tamices de menor diámetro para colectar los nematodos en los tamices de 0.180 y 0.045 mm.
7. El material retenido en los tamices se lavó con una pizeta y se decantó sobre un filtro de algodón, colocado en un plato metálico conteniendo 100 ml de agua.
8. 24 horas después se tomaron 30 cc de la suspensión y se observaron en el microscopio

6.2. Extracción de nematodos de raíces:

1. Las raíces colectadas fueron lavadas y cortadas en trozos de 1 – 2 cm. de largo.
2. Tomar 5 gr del material vegetal y colocar en la licuadora junto con 100 ml de agua.
3. Macerar por 30 – 60 segundos. El tiempo depende del tipo de raíces y del tipo de nematodo.
4. Decantar la solución obtenida sobre los tamices de 0.425, 0.250, 0.180 y 0.045 mm.
5. Decantar los tamices de 0.425 y 0.250 y recoger los residuos de los tamices de 0.180 y 0.045 mm depositándolos en un beaker.
6. A la solución se le agrega agua hasta obtener una solución de 100 ml la que se incuba y es observada en el microscopio cada 24 horas hasta completar 72 horas.

Anexo 7. Aspectos técnicos, en el Manejo del Ensayo de Sistemas para las réplicas Níspero, Mamón y Campos Azules.

Fertilización	Manejo de Plagas	Manejo de maleza
<i>Orgánico Intensivo</i>		
Febrero-Marzo: pulpa de café, 5 lb por planta. Canícula: Gallinaza 4 lb/ planta. Una aplicación de Biofermentado dosis: 2 L. por bomba de 20 L.	Junio o septiembre, 3 aplicaciones de caldo sulfocalcico. Junio-Julio. Poda de saneamiento y aplicación de cal. Junio-Julio-Agosto-Septiembre, graniteo +pepena. Y aplicación de torta de Nim para el control de Gallina ciega. Para el control de nemátodos no se realiza manejo.	Febrero-Marzo, chapea. Mayo-Junio, manejo selectivo con machete.
<i>Orgánico Extensivo</i>		
Verano: 5 lb de Pulpa de café por planta.	Junio-Julio, poda de saneamiento y aplicación de cal. Aplicación de torta de Nim en hoyo de resiembra. Trampeo, pepena y graniteo. Para el control de nemátodos no se realiza manejo.	Febrero-Marzo, chapea. Mayo-Junio, manejo selectivo con machete, carrileo al momento de hacer la calle. Chapea general (calle carril).
<i>Alto Convencional</i>		
Junio, aplicación de fertilizante 27-9-18. Dosis: 33 gr/ planta. 0-0-60. dosis 5 gr/ planta. En septiembre, aplicación de 12-30-10. Dosis, 70 gr/ planta. Octubre, aplicación de Urea. Dosis: 40 gr/ planta y Muriato de	Mayo-Junio, aplicación de Oxicloruro de cobre. Agosto-Septiembre-Octubre-Noviembre, poda de saneamiento. Abril-Mayo, aplicación de Lorsban.	Febrero –Marzo, chapea general (calle-carril). Mayo-Junio, control total de malezas con chapea y 2 aplicaciones de Round up Glifosato + Flex; carrileo antes de hacer la calle.

<p>potasio dosis: 10 gr/ planta.</p> <p>Marzo-Abril-Mayo-Junio-Julio-Agosto-Septiembre y Octubre.</p>	<p>Julio- Septiembre, aplicación de Endosulfan dosis: 750 cc/200 L de agua.</p> <p>Para el control de nemátodos no se realiza manejo.</p> <p><i>Convencional Extensivo</i></p>	
<p>junio, aplicación de 27-9-18. Dosis 18 gr/ planta y 0-0-60. Dosis 2.5 gr/ planta.</p> <p>Octubre, aplicación de Urea. Dosis: 20 gr/ planta y muriato de potasio. Dosis: 5 gr/ planta.</p> <p>Marzo-Abril; Septiembre-Octubre, aplicaciones foliares. 4 onz de urea + 25 gr de Zinc + 30 gr de Boro por bombada.</p>	<p>Abril, 3 aplicaciones de oxicloruro de Cobre. Marchites lenta, Poda de saneamiento y aplicación de Lorsban para Minador.</p> <p>Junio, aplicación e Endosulfan según comportamiento de floración.</p> <p>Para el control de nemátodos nos se realiza manejo.</p>	<p>Febrero-marzo, chapea.</p> <p>Mayo-Junio, Manejo selectivo de malezas con machete y aplicación de Round up. Carrileo 100 cm de ancho.</p>

7.1. Niveles de insumo para el manejo de la fertilidad y plagas en la comparación de sistemas de producción de café. Masatepe Masaya, Nicaragua.

	Orgánico extensivo (OE)	Altos convencional(AC)
Tipos de enmiendas al suelo	Pulpa de café	Fertilizantes químicos
Nivel de enmiendas al suelo	Retorno de la pulpa sacada en la cosecha	Mucho mayor a los nutrientes sacados en la cosecha
Manejo de enfermedades	No	Uso calendarizado de fungicidas comerciales
Manejo de plagas insectiles	Pepena post cosecha	Prácticas manuales y uso frecuente de insecticidas comerciales
Manejo de malas hierbas	2-4 deshierbas manuales	Suelo desnudo con herbicidas

7.2. Árboles usados para la comparación en sistemas de café en Masatepe.

Especie	fenología	Forma dosel	Fija-N	Uso
<i>Simarouba glauca</i>	perennifolia	Alto estrecho	no	Madera
<i>Tabebuia rosea</i>	caducifolia	Alto estrecho	no	Madera
<i>samanean saman</i>	Perennifolio	Alto abierto	Si	Madera
<i>Inga sp</i>	Perennifolia	Bajo abierto	Si	servicio

Anexo 8. Análisis de varianza para poblaciones de *Meloidogyne* spp en suelo, primer muestreo.

F d v	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Tratamiento	4	19530.0	4882.5	5.95	< 0.0004
Repetición	2	2688.0	1344.0	1.64	0.2019
Error	68	55782.0	820.32353		
Total	74	78000.0			

R²: 0.284846 CV: 179.0081

Contrastes	GL	Contrastes ss	CM	FC	Pr >F
PS vs Sombra	1	918.75000	918.75000	1.12	0.2937
ACL vs ACM	1	11407.50000	11407.50000	13.91	<0.0004
OEL vs OEM	1	270.00000	270.00000	0.33	0.5681
AC vs OE	1	6933.75000	6933.75000	8.45	<0.0049

Comparación de media entre tratamiento de acuerdo al criterio de Tukey 0.05

Categoría	Media	N	Tratamientos
A	48.00	15	2 (ACL)
B	10.00	15	3 (OEM)
B	9.00	15	1 (ACM)
B	9.00	15	5 (PS)
B	4.00	15	4 (OEL)

Anexo 9. Análisis de varianza para poblaciones de *Meloidogyne* spp en raíz, primer muestreo.

F d v	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Tratamiento	4	6374022.0	1593505.5	3.81	<0.0074
Repetición	2	1903650.0	951825.0	2.28	0.1103
Error	68	28415640.0	417877.06		
Total	74	36693312.0			

R²: 0.225591 CV: 139.6789

Contrastes	GL	Contrastes ss	CM	FC	Pr >F
PS vs Sombra	1	2611467.000	2611467.000	6.25	<0.0148
ACL vs ACM	1	2540430.000	2540430.000	6.08	0.0162
OEL vs OEM	1	168750.000	168750.000	0.40	0.5273
AC vs OE	1	1053375.000	1053375.000	2.52	0.1170

Comparación de media entre tratamiento de acuerdo al criterio de Tukey 0.05

Categoría	Media	N	Tratamientos
A	836.0	15	5 (PS)
BA	793.0	15	2 (ACL)
BA	312.0	15	3 (OEM)
BA	211.0	15	1 (ACM)
B	162.0	15	4 (OEL)

Anexo 10. Análisis de varianza para poblaciones de *Meloidogyne* spp en suelo, primer muestreo. Réplica el Níspero.

F d v	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Tratamiento	4	5526.0	1381.5	6.67	< 0.0014
Error	20	4140.0	207.0		
Total	24	9666.0			

R²: 0.571695 CV: 99.91316

Comparación de media entre tratamiento de acuerdo al criterio de Tukey 0.05

Categoría	Media	N	Tratamientos
A	42.000	5	2 (ACL)
BA	15.000	5	3 (OEM)
B	12.000	5	1 (ACM)
B	3.000	5	5 (PS)
B	0.000	5	4 (OEL)

Anexo 11. Análisis de varianza para poblaciones de *Meloidogyne* spp en raíz, segundo muestreo. Réplica el Níspero.

F d v	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Tratamiento	4	893194146	223298537	4.67	< 0.0079
Error	20	955919070	47795954		
Total	24	1849113216			

R^2 : 0.483039 CV: 59.39094

Comparación de media entre tratamiento de acuerdo al criterio de Tukey 0.05

Categoría	Media	N	Tratamientos
A	20139	5	2 (ACL)
BA	16026	5	5 (PS)
BA	11865	5	3 (OEM)
B	5868	5	1 (ACM)
B	4305	5	4 (OEL)

Anexo 12. Análisis de varianza para poblaciones de *Meloidogyne* spp en raíz, primer muestreo. Réplica 2 Mamón.

F d v	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Tratamiento	4	8552214.00	2138053.50	28.97	<.0001
Error	20	1476180.00	73809.00		
Total	24	10028394.00			

R²: 0.852800 CV: 41.05139

Comparación de media entre tratamiento de acuerdo al criterio de Tukey 0.05

Categoría	Media	N	Tratamientos
A	1770.0	5	5 (PS)
B	693.0	5	3 (OEM)
CB	375.0	5	1 (ACM)
CB	369.0	5	2 (ACL)
C	102.0	5	4 (OEL)

Anexo 13. Análisis de varianza para poblaciones de *Meloidogyne* spp en suelo, primer muestreo. Réplica Campos Azules.

F d v	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Tratamiento	4	32580.0	8145.0	5.69	< 0.0032
Error	20	28620.0	1431.0		
Total	24	61200.0			

R^2 : 0.532353 CV: 157.6190

Comparación de media entre tratamiento de acuerdo al criterio de Tukey 0.05

Categoría	Media	N	Tratamientos
A	96.00	5	2 (ACL)
B	9.00	5	1 (ACM)
B	9.00	5	3 (OEM)
B	3.00	5	4 (OEL)
B	3.00	5	5 (PS)

Anexo 14. Análisis de varianza para poblaciones de *Meloidogyne* spp en raíz, primer muestreo. Réplica Campos Azules.

F d v	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Tratamiento	4	10717254.0	2679313.50	4.74	< 0.0075
Error	20	11315070.0	565753.50		
Total	24	22032324.0			

R^2 : 0.486433 CV: 165.3839

Comparación de media entre tratamiento de acuerdo al criterio de Tukey 0.05

Categoría	Media	N	Tratamientos
A	1761.0	5	2 (ACL)
B	210.0	5	4 (OEL)
B	120.0	5	1 (ACM)
B	117.0	5	5 (PS)
B	66.0	5	3 (OEM)

Anexo 15. Análisis de varianza para poblaciones de *Prathylenchus* spp, segundo muestreo.

F d v	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Tratamiento	6	658152	109692.0	3.61	<.0037
Error	68	2068026	30412.147		
Total	74	2726178			

R^2 : 0.241419 CV: 135.6071

Contrastes	GL	Contrastes ss	CM	FC	Pr >F
PS vs Sombra	1	424128	424128	13.95	< 0.0004
ACL vs ACM	1	27907.5	27907.5	0.92	0.3415
OEL vs OEM	1	8167.5	8167	0.27	0.6060
AC vs OE	1	75615	75615	2.49	0.1195

Comparación de media entre tratamiento de acuerdo al criterio de Tukey 0.05

Categoría	Media	N	Tratamientos
A	279.00	15	5 (PS)
BA	157.00	15	1 (ACM)
B	96.00	15	2 (ACL)
B	72.00	15	4 (OEL)
B	39.00	15	3 (OEM)

Anexo 16. Análisis de varianza para poblaciones de *Pratylenchus* spp, primer muestreo. Réplica el Níspero.

F d v	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Tratamiento	4	96030.0000	24007.5000	8.05	< 0.0005
Error	20	59670.0000	2983.5000		
Total	24	155700.0000			

R^2 : 0.616763 CV: 67.43386

Comparación de media entre tratamiento de acuerdo al criterio de Tukey 0.05

Categoría	Media	N	Tratamientos
A	189.00	5	1 (ACM)
BA	102.00	5	4 (OEL)
B	57.00	5	5 (PS)
B	51.00	5	2 (ACL)
B	6.00	5	3 (OEM)

Anexo 17. Análisis de varianza para poblaciones de *Pratylenchus* spp, segundo muestreo. Réplica el Níspero.

F d v	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Tratamiento	4	685584.000	171396.000	6.20	< 0.0020
Error	20	552510.000	27625.500		
Total	24	1238094.000			

R²: 0.553741 CV: 91.42421

Comparación de media entre tratamiento de acuerdo al criterio de Tukey 0.05

Categoría	Media	N	Tratamientos
A	459.0	5	5 (PS)
BA	279.0	5	1 (ACM)
B	105.0	5	4 (OEL)
B	51.0	5	3 (OEM)
B	15.0	5	2 (ACL)

Anexo 18. Análisis de varianza para poblaciones de *Rotylenchulus spp.*, segundo muestreo.

F d v	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Tratamiento	6	803928	133988.000	4.76	<.0004
Error	68	1914024	28147.412		
Total	74	2717952			

R²: 0.295784 CV: 188.0851

Contrastes	GL	Contrastes ss	CM	FC	Pr >F
PS vs Sombra	1	2187	2187	0.08	0.7813
ACL vs ACM	1	396750	396750	14.10	< 0.0004
OEL vs OEM	1	5880	5880	0.21	0.6491
AC vs OE	1	113535	113535	4.03	< 0.0486

Comparación de media entre tratamiento de acuerdo al criterio de Tukey 0.05

Categoría	Media	N	Tratamientos
A	245.00	15	1 (ACM)
BA	100.00	15	5 (PS)
B	57.00	15	3 (OEM)
B	29.00	15	4 (OEL)
B	15.00	15	2 (ACL)

Anexo 19. Análisis de varianza para poblaciones de *Rotylenchulus spp*, primer muestreo. Réplica el Níspero.

F d v	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Tratamiento	4	20556.00000	5139.00000	13.44	< .0001
Error	20	7650.00000	382.50000		
Total	24	28206.00000			

R²: 0.728781 CV: 70.86090

Comparación de media entre tratamiento de acuerdo al criterio de Tukey 0.05

Categoría	Media	N	Tratamientos
A	81.00	5	3 (OEM)
B	30.00	5	1 (ACM)
B	21.00	5	4 (OEL)
B	3.00	5	2 (ACL)
B	3.00	5	5 (PS)

Anexo 20. Análisis de varianza para poblaciones de *Rotylenchulus* spp, segundo muestreo. Réplica el Níspero.

F d v	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Tratamiento	4	645966.000	161491.500	4.07	< 0.0143
Error	20	793980.000	39699.000		
Total	24	1439946.000			

R^2 : 0.448604 CV: 141.9132

Comparación de media entre tratamiento de acuerdo al criterio de Tukey 0.05

Categoría	Media	N	Tratamientos
A	450.0	5	1 (ACM)
BA	141.0	5	3 (OEM)
B	66.0	5	4 (OEL)
B	24.0	5	2 (ACL)
B	21.0	5	5 (PS)

Anexo 21. Análisis de varianza para poblaciones de *Rotylenchulus* spp en suelo, segundo muestreo. Réplica Campos Azules.

F d v	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Tratamiento	4	390870.0	97717.5	3.32	< 0.0305
Error	20	587880.0	29394.0		
Total	24	978750.0			

R^2 : 0.399356 CV: 139.3876

Comparación de media entre tratamiento de acuerdo al criterio de Tukey 0.05

Categoría	Media	N	Tratamientos
A	279.0	5	1 (ACM)
A	273.0	5	5 (PS)
A	30.0	5	3 (OEM)
A	18.0	5	4 (OEL)
A	15.0	5	2 (ACL)